

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная экология»

О. И. Родькин
С. А. Лаптёнок

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Пособие
для студентов специальности
1-57 01 02 «Экологический менеджмент
и аудит в промышленности»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области природопользования и лесного хозяйства*

Минск
БНТУ
2022

УДК 001.891+001.895(075.8)

ББК 72я7

Р61

Р е ц е н з е н т ы:

заведующий кафедрой экологического мониторинга
и менеджмента УО «МГЭИ им. А. Д. Сахарова» БГУ,
д-р с.-х. наук, профессор *С. Е. Головатый*;
заведующий лабораторией биогеохимии и агроэкологии
Института природопользования НАН Беларуси,
канд. техн. наук *В. А. Ракович*

Родькин, О. И.

Р61 Основы научных исследований и инновационной деятельности :
пособие для студентов специальности 1-57 01 02 «Экологический
менеджмент и аудит в промышленности» / О. И. Родькин,
С. А. Лаптёнок. – Минск : БНТУ, 2022. – 110 с.
ISBN 978-985-583-724-5.

Пособие состоит из двух основных блоков: научная и инновационная деятельности. Оно включает учебные материалы по различным аспектам научной и инновационной деятельности, необходимые для изучения дисциплины. В пособии приведены сведения о методологии и методах научных исследований, алгоритмах анализа их результатов, основах научно-инновационной деятельности в правовом поле Республики Беларусь.

Пособие предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей.

УДК 001.891+001.895(075.8)

ББК 72я7

ISBN 978-985-583-724-5

© Родькин О. И., Лаптёнок С. А., 2022

© Белорусский национальный
технический университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	6
1.1. Предмет и задачи дисциплины. Наука как предмет научного исследования	6
1.2. Влияние научной деятельности на экономическое и социальное развитие общества	8
1.3. Организация и структура научной деятельности в Республике Беларусь	10
ТЕМА 2. ИСТОРИЯ НАУКИ	15
2.1. Зарождение науки как отдельной формы человеческой деятельности. Основные этапы развития науки	15
2.2. Историческая классификация наук	17
2.3. История развития науки на примере физики, химии, биологии	21
2.4. Естествознание и общественные науки	23
ТЕМА 3. СИНТЕЗ НАУК	25
3.1. Синтез наук и концепция меганауки	25
3.2. Экология как синтетическая наука	28
3.3. Практическое использование достижений современной экологии	31
ТЕМА 4. МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ	39
4.1. Объект и предмет изучения, цель и задачи экологических исследований	39
4.2. Методы научных исследований	40
4.3. Эксперимент, гипотеза и теория. Методика эксперимента	43
4.4. Прогнозирование состояния объектов окружающей среды	49
ТЕМА 5. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	54
5.1. Инновации, виды инноваций	54

5.2. Правовая база	65
5.3. Интеллектуальная собственность	67
ТЕМА 6. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ	70
6.1. Государственная научно-техническая политика Республики Беларусь	70
6.2. Инновационная политика предприятия	74
6.3. Патентная информация. Авторское право и смежные права	78
ТЕМА 7. ПРИРОДООХРАННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	84
7.1. «Зеленые» инновационные технологии	84
7.2. Инновационные технологии переработки промышленных отходов	87
7.3. Инновационные технологии охраны водных и земельных ресурсов	91
7.4. Инновационные методы очистки воздуха	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	108

ВВЕДЕНИЕ

Высокие требования к содержанию и организации подготовки специалистов в высших учебных заведениях, включая поддержку научно-исследовательской работы студентов, обусловлены интенсивным развитием экономики Республики Беларусь.

Перед государством стоят задачи дальнейшего совершенствования научно-исследовательской работы студентов, создания в высших учебных заведениях благоприятных условий для подготовки и становления будущих ученых, преподавателей, специалистов-практиков с высшим профессиональным образованием и высокой квалификацией. Решение данной проблемы приобретает особую значимость в связи с заметным повышением возрастного уровня работающего в вузах профессорско-преподавательского состава и научного персонала, нарушением преемственности поколений. За последние годы высшая школа из-за недостатка финансовых средств потеряла значительную часть своих преподавателей, в первую очередь молодых и перспективных.

С другой стороны, развитие рыночной экономики, несмотря на такие негативные явления, как рост безработицы и сложности с трудоустройством, вызывает у молодежи потребность в получении высшего профессионального образования, главным образом потому, что современному предприятию требуется персонал с высоким уровнем квалификации. Поэтому одной из важнейших задач высшей школы является поддержка научной подготовки студенческой молодежи для сохранения интеллектуального потенциала страны.

Значительную роль в современном мире играет инновационная деятельность как в области научных исследований, так и в области технологий. Для обеспечения устойчивого развития общества в плане сохранения окружающей среды от специалистов в области инженерной экологии требуются постоянный поиск, внедрение и адекватная оценка потенциала новых технологий, материалов, новых форм управления производством. Поэтому будущие инженеры-экологи должны обладать как исследовательскими навыками, так и базовыми знаниями в области внедрения инноваций.

С этой целью в учебный процесс активно внедряются элементы научных исследований, а в учебные планы многих специальностей включается дисциплина «Основы научных исследований и инновационной деятельности».

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Предмет и задачи дисциплины. Наука как предмет научного исследования

Наука – это вид человеческой деятельности, направленной на получение объективных знаний о природе, обществе и мышлении.

Метод науки – это общий способ достижения всестороннего отражения предмета исследования, раскрытия его сущности, познания его законов. Средства реализации методов разнообразны. Например, это могут быть логические рассуждения, средства измерений по картам, вычислительные средства, техника для получения фотоизображений и т. д.

Основой этой деятельности является сбор научных фактов, их постоянное обновление и систематизация, критический анализ и синтез новых научных знаний или обобщений. Эти знания и обобщения не только описывают наблюдаемые природные или общественные явления, но и позволяют построить причинно-следственные связи и спрогнозировать развитие событий.

Целью науки является получение знаний о субъективном и объективном мире.

Задачами науки являются:

- сбор, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- прогнозирование событий, явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Предмет науки – выраженная в совокупности абстрактных понятий часть реальности, которую ученый делает объектом своего исследования; выраженный в теоретической форме объект изучения; модель изучаемого объекта, созданная научным мышлением.

Предмет науки должен ответить на вопрос: каким именно образом и с какой целью изучают объект, а через него и объективную

реальность. Предметом науки всегда является именно свойство или группа свойств.

Будучи неотъемлемой составляющей практического способа освоения мира, наука представляет собой весьма специфическую форму деятельности, существенно отличную как от деятельности в сфере материального производства, так и от других видов собственно духовной деятельности. Если в материальном производстве знания лишь используются в качестве идеальных средств, то в науке их получение образует главную и непосредственную цель, независимо от того, в каком виде воплощается эта цель – в виде ли теоретического описания, схемы технологического процесса, сводки экспериментальных данных или формулы какого-либо препарата.

В отличие от видов деятельности, результат которых в принципе бывает известен заранее, задан до начала деятельности, научная деятельность дает приращение нового знания, т. е. ее результат принципиально нетрадиционен. Именно поэтому наука выступает как сила, постоянно революционизирующая другие виды деятельности.

Для современной науки характерны многосторонность и разнообразие направлений исследований. Классификация наук – это раскрытие их взаимной связи на основании определенных принципов и выражение этих связей в виде логически обоснованного расположения или ряда. Классификация наук раскрывает взаимосвязь естественных, технических, общественных наук и философии.

В настоящее время различают следующие научные направления (в зависимости от сферы, предмета и метода познания):

- науки о природе или естественные;
- науки об обществе или гуманитарные и социальные;
- науки, связанные с мышлением и познанием, такие как логика, философия, гносеология и др.

Научные направления по методу познания подразделяются:

- на *эмпирические науки*, которые более углубленно изучают знания, полученные в результате материальной практики или благодаря непосредственному контакту с действительностью. Главными методами эмпирических наук являются наблюдения, измерения и эксперименты. Наука, которая находится на эмпирическом уровне, занимается сбором фактов, их первоначальным обобщением и классификацией. Эмпирические познания предоставляют науке факты, при этом фиксируются устойчивые связи и закономерности окружающего нас мира;

– на науки, опирающиеся на *теоретические знания*, которые являются результатом обобщения эмпирических данных. На теоретическом уровне формулируются законы науки, которые дают возможность объяснения и предсказания эмпирических ситуаций, т. е. познания сущности явлений. Всегда теоретическое знание опирается на эмпирическую действительность.

По отношению к практике науки подразделяют на *фундаментальные и прикладные*. Цель фундаментальных наук – познание основных законов природы, общества и мышления, а прикладных – практическая реализация результатов деятельности фундаментальных отраслей науки.

Процесс развития наука находит свое выражение не только в возрастании суммы накапливаемых положительных знаний. Он затрагивает также всю структуру науки. На каждом историческом этапе научное познание использует определенную совокупность познавательных форм – фундаментальных категорий и понятий, методов, принципов и схем объяснения, т. е. всего того, что объединяют понятием стиля мышления. Например, для античного стиля мышления характерно наблюдение как основной способ получения знания; наука нового времени опирается на эксперимент и на реализацию аналитического подхода, направляющего мышление к поиску простейших, далее неразложимых первоэлементов исследуемой реальности.

Современная наука характеризует стремление к целостному и многостороннему охвату изучаемых объектов. Накопление нового материала, не поддающегося объяснению на основе существующих схем, заставляет науку искать новые, интенсивные пути развития. Это приводит к стратегическим изменениям или научным революциям, т. е. радикальной смене основных компонентов содержательной структуры науки и к выдвиганию новых принципов ее познания, категорий и методов.

1.2. Влияние научной деятельности на экономическое и социальное развитие общества

На современном этапе наука играет огромную роль в развитии человеческого общества. Она пронизывает все сферы человеческой деятельности как материальной, так и духовной. Понятие науки включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и ре-

зультат этой деятельности, т. е. сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в целом научную картину мира.

Различают 4 сферы жизнедеятельности человеческого общества, в каждую из которых входят различные общественные институты и в которых возникают различные общественные отношения:

– *Экономическая* – отношения в процессе материального производства (производство, распределение, потребление материальных благ). Институты, относящиеся к экономической сфере: заводы, фабрики, банки, рынки, фирмы.

– *Социальная* – отношения между различными социальными и возрастными группами; деятельность по обеспечению социальной гарантии. Институты, относящиеся к социальной сфере: коммунальные службы, образование, система здравоохранения, система социального обеспечения, предприятия связи, предприятия досуга.

– *Политическая* – отношения между гражданским обществом и государством, между государством и политическими партиями. Институты, относящиеся к политической сфере: государство, парламент, правительство, судебная система, политические партии, СМИ.

– *Духовная* – отношения, возникающие в процессе создания духовных ценностей, их сохранения, распространения, потребления. Институты, относящиеся к духовной сфере: учреждения системы образования, науки, театры, музеи.

Наука в широком смысле включает в себя все условия и компоненты научной деятельности:

- разделение и кооперацию научного труда;
- научные учреждения;
- методы научно-исследовательской работы;
- экспериментальное и лабораторное оборудование;
- понятийный и категориальный аппарат;
- систему научной информации;
- всю сумму накопленных ранее научных знаний.

В процессе развития науки происходит постоянное обновление знаний, идей и концепций. Их совокупность складывается в научную картину мира.

Научная картина (модель) мира – система представлений о свойствах и закономерностях реальной действительности, построенная в результате обобщения и синтеза научных понятий и принципов.

1.3. Организация и структура научной деятельности в Республике Беларусь

Совокупность занимающихся наукой людей составляет *научное сообщество*. Научное сообщество представляет собой сложную самоорганизующуюся систему, в которой действуют и государственные институты, и общественные организации, и неформальные группы.

Отличительной чертой этого сообщества является повышенная степень признания авторитета, достигнутого научными успехами, и сниженный уровень признания авторитета властного, что порой приводит к конфликту государства и научного сообщества. Также следует отметить более высокую, чем в других социальных сферах, эффективность неформальных групп и особенно отдельных личностей.

Важнейшими функциями научного сообщества являются признание или отрицание новых идей и теорий, обеспечивающее развитие научного знания, а также поддержка системы образования и подготовки новых научных кадров.

Принадлежность к профессиональной науке и уровень квалификации ученого определяется специальными квалификационными комиссиями (экспертный совет по защите диссертаций), решение в последствии утверждается Высшей аттестационной комиссией (ВАК). В РБ и России квалификация ученого формально подтверждается ученой степенью (кандидат или доктор наук) и ученым званием (доцент или профессор). Присвоение как степеней, так и званий контролируется ВАК. Ученые степени присваиваются по направлениям наук, например кандидат физико-математических наук, кандидат юридических наук и т. п., в настоящее время ВАК признает порядка 20 таких направлений.

Для получения соответствующей ученой степени необходимо написать и защитить в специализированном совете диссертацию, в виде исключения и при больших научных заслугах диссертация может заменяться докладом о проделанной работе. Исключение делается очень редко, например для Генеральных конструкторов. Обязательным условием успешной защиты является публикация и апробация результатов научной работы. Под апробацией обычно понимаются выступления на конференциях, так как эта форма позволяет дискуссионно обсудить результаты и, соответственно, получить открытую критику при несогласии ученого сообщества.

Для получения ученого звания (доцента или профессора) кроме ученой степени требуется вести педагогическую работу, в частности иметь учебно-методические публикации. Существуют и формальные признаки признания квалификации: разрешение руководить научной работой аспирантов является необходимой ступенькой перехода от кандидата к доктору.

Высшая научная степень – членство в Академии наук. В РБ и РФ, как ранее в СССР, существуют две ступени членства: первая – член-корреспондент Академии; высшая – академик.

Академии – самоорганизующиеся научные сообщества, на чьих собраниях выбираются академики и члены-корреспонденты. Кандидатов выдвигают ВУЗы или НИИ. При этом выборы всегда происходили на многоальтернативной основе. Число академиков и членкоров постоянно, избрание новых членов происходит по выбытию старых.

Одним из основных критериев признания научных заслуг является публикация результатов исследования. В Республике Беларусь авторитетные издания включены в список, публикации в которых признаются ВАК в качестве критерия для утверждения диссертаций на соискание ученой степени. Однако даже среди авторитетных изданий и конференций существует понимаемая не вполне однозначно система приоритетов. Как правило, наибольшим приоритетом пользуются международные издания и конференции, а признание на международном уровне оценивается выше национального. Авторитет и признание квалификации ученого связан с его известностью в узких кругах специалистов. Существуют международные рейтинги по числу ссылок на работы данного ученого из работ других. Например, рейтинги в базах Google scholar, SCOPUS, Web of science.

Национальная академия наук Беларуси (НАН Беларуси, или НАНБ) является высшей государственной научной организацией Республики Беларусь. Академия наук подчиняется Президенту Республики Беларусь и подотчетна Совету Министров Республики Беларусь.

Основанная в октябре 1928 г. как Белорусская академия наук и торжественно открытая 1 января 1929 г. Национальная академия наук Беларуси является ведущим исследовательским центром Беларуси, объединяющим высококвалифицированных ученых различных специальностей и десятки научно-исследовательских, научно-производственных, конструкторских и внедренческих организаций.

В Национальной академии наук работает свыше 17,9 тыс. исследователей, техников, вспомогательного и обслуживающего персонала. Среди них свыше 6,3 тыс. исследователей, 511 докторов наук и 1943 кандидата наук.

НАНБ осуществляет организацию и координацию фундаментальных и прикладных научных исследований, выполняемых всеми субъектами научной деятельности, проведение фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок по важнейшим направлениям естественных, технических, гуманитарных, социальных наук и искусств в целях получения новых знаний о человеке, обществе, природе и искусственно созданных объектах, увеличения научно-технического, интеллектуального и духовного потенциала Республики Беларусь.

Национальная академия наук осуществляет организацию, проведение и координацию государственной научной экспертизы, проводит единую государственную политику, координацию и государственное регулирование деятельности организаций в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Также выступает в качестве головной организации Беларуси по научно-методическому обеспечению развития информатизации и выполняет в пределах полномочий, установленных Законом Республики Беларусь «О Национальной Академии наук Беларуси» и Уставом Национальной Академии наук Беларуси, отдельные функции республиканского органа государственного управления в сфере науки.

На данный момент деятельность НАН Беларуси представлена в пяти направлениях:

- исследования и разработки;
- международные связи;
- подготовка научных кадров;
- решение вопросов в рамках компетенции научных советов и комитетов;
- выдача премий.

В структуру НАН Беларуси входят более 20 научных институтов и центров по различным направлениям научно-исследовательской деятельности.

В структуре организации научных исследований в Беларуси значительную роль также играет ГКНТ – Государственный комитет по науке и технологиям.

Основные задачи ГКНТ:

- реализация государственной политики в сфере научно-технической и инновационной деятельности, а также охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;
- организационно-экономическое регулирование вопросов развития научно-технической и инновационной деятельности и охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;
- планирование подготовки научных работников высшей квалификации в целом по республике и по отраслям науки, в установленном порядке контроль за эффективностью деятельности аспирантур (докторантур);
- анализ уровня проводимых исследований и разработок, выработка предложений по повышению их экономической эффективности;
- координация деятельности республиканских органов государственного управления, организаций в сферах научно-технической и инновационной деятельности, а также охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;
- содействие местным исполнительным и распорядительным органам в формировании и проведении региональной научно-технической и инновационной политики;
- совершенствование структуры научно-технического потенциала республики и повышение эффективности его использования;
- проведение единой государственной политики в области международного научно-технического сотрудничества;
- развитие инновационной инфраструктуры, создание механизмов поддержки субъектов инновационной деятельности, обеспечение создания и развития производств, основанных на новых и высоких технологиях;
- привлечение и использование в экономике республики передовых высокоэффективных зарубежных технологий;
- стимулирование и поддержка развития в республике предпринимательства, связанного с коммерциализацией и внедрением в производство научно-технических достижений;
- осуществление научно-методического обеспечения проведения инновационно-технологического мониторинга;
- мониторинг и методическое обеспечение коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных полностью или частично за счет средств республиканского и (или)

местных бюджетов, в том числе государственных целевых бюджетных фондов, а также государственных внебюджетных фондов;

– обеспечение контроля за исполнением законодательства Республики Беларусь по вопросам развития научно-технической, инновационной деятельности и охраны прав на объекты интеллектуальной собственности, а также эффективным использованием средств республиканского бюджета, выделяемых на финансирование научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь и международного научно-технического сотрудничества;

– контроль за ходом выполнения научно-технических программ, разделов научного обеспечения государственных, отраслевых и региональных программ, инновационных и венчурных проектов, международных научно-технических проектов, а также освоения в производстве результатов завершенных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, выполнявшихся за счет бюджетных средств;

– информирование общественности по вопросам развития науки, ее достижений, деятельности ГКНТ, республиканских органов государственного управления, научных организаций;

– обеспечение функционирования единой системы государственной научной и государственной научно-технической экспертизы, в том числе организации и проведения этих экспертиз;

– мониторинг и анализ мировых технологических тенденций;

– обеспечение развития системы научно-технической информации.

В ученом сообществе также высоко оценивается университетская наука, сконцентрированная на базе высших учебных заведений страны. Право читать лекции в престижном учебном заведении является признанием уровня и квалификации ученого. Высоко также ценится создание научной школы, то есть подготовка нескольких ученых, развивающих идеи учителя.

ТЕМА 2. ИСТОРИЯ НАУКИ

2.1. Зарождение науки как отдельной формы человеческой деятельности. Основные этапы развития науки

Наука – сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний об окружающем мире, одна из форм общественного сознания. В ходе исторического развития наука превращается в производительную силу общества и важнейший социальный институт. Понятие науки включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности – сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в совокупности научную картину мира. Термин «наука» употребляется также для обозначения отдельных отраслей научного знания.

Истоки науки уходят своими корнями в практику ранних человеческих обществ, в которой были нераздельно сплавлены познавательные и производственные моменты. К. Маркс, Ф. Энгельс и Л. Фейербах писали: «Производство идей, представлений, сознания первоначально непосредственно вплетено в материальную деятельность и в материальное общение людей, в язык реальной жизни. Образование представлений, мышление, духовное общение людей является здесь еще непосредственным порождением их материальных действий». Первоначальные знания носили практический характер, выполняя роль методических руководств конкретными видами человеческой деятельности. В странах Древнего Востока (Вавилонии, Египте, Индии, Китае) было накоплено значительное количество такого рода знаний, которые составили важную предпосылку будущей науки. Отдаленной предпосылкой науки можно считать и мифологию, в которой впервые была реализована попытка построить целостную, всеобъемлющую систему представлений об окружающей человека действительности. В силу своего религиозно-антропоморфного характера эти представления, однако, очень далеко отстояли от науки и, более того, формирование науки требовало в качестве предварительного условия критики и разрушения мифологических систем. Для возникновения науки требовались также определенные социальные условия: до-

статочно высокий уровень развития производства и общественных отношений, приводящий к разделению умственного и физического труда и тем самым открывающий возможность систематических занятий наукой, а также наличие богатой и широкой культурной традиции, допускающей свободное восприятие достижений различных цивилизаций.

Такие условия сложились к VI веку до н. э. в Древней Греции, где возникли первые теоретические научные системы (Фалес, Демокрит и др.), в противовес мифологии объяснявшие действительность через естественные начала. Отделившееся от мифологии теоретическое натурфилософское знание на первых порах синкретически соединяло в себе собственно науку и философию в ее самых умозрительных вариантах. Тем не менее, это было именно теоретическое знание, в котором на первый план выдвигались его объективность и логическая убедительность. Древнегреческая наука (Аристотель и др.) дала первые описания закономерностей развития природы, общества и мышления, которые были во многом несовершенны, но тем не менее сыграли выдающуюся роль в истории культуры: они ввели в практику мыслительной деятельности систему абстрактных понятий, относящихся к миру в целом, превратили в устойчивую традицию поиск объективных, естественных законов мироздания и заложили основы доказательного способа изложения материала, что составило важнейшую черту науки. В то же время от натурфилософии начинают обособляться отдельные области знания. Эллинистический период древнегреческой науки ознаменовался созданием первых теоретических систем в области геометрии (Евклид), механики (Архимед), астрономии (Птолемей).

В эпоху средневековья неопределимый по значимости вклад в развитие науки внесли ученые арабского Востока и Средней Азии (Ибн Сина, Ибн Рушд, Бируни, Омар Хайям и др.), сумевшие сохранить и развить древнегреческую традицию, обогатив ее в ряде областей знания. В Европе эта традиция была сильно трансформирована господством христианской религии, что породило специфическую средневековую форму науки – схоластику. Подчиненная нуждам религии, схоластика основное внимание уделяла разработке христианской догматики, но вместе с тем она внесла значительный вклад в развитие мыслительной культуры, в совершенствование искусства теоретических споров и дискуссий. Созданию базы

для науки в современном смысле способствовало также развитие алхимии и астрологии: первая заложила традицию опытного изучения природных веществ и соединений, подготовив почву для возникновения химии, а вторая стимулировала систематические наблюдения за небесными светилами, содействуя развитию опытной базы для астрономии.

Наука в ее современном понимании начала складываться уже в период новой истории, начиная с XVI–XVII вв., под влиянием потребностей развивавшегося капиталистического производства. Помимо накопленных в прошлом традиций, этому содействовали два обстоятельства. Во-первых, в эпоху Возрождения было подорвано господство религиозного мышления, а противостоящая ему картина мира опиралась как раз на данные науки. Таким образом, наука превратилась в самостоятельный фактор духовной жизни, в реальную базу мировоззрения (Леонардо да Винчи, Коперник, Джордано Бруно). Во-вторых, наряду с наблюдением, наука нового времени берет на вооружение эксперимент, который становится в ней ведущим методом исследования и радикально расширяет сферу познаваемой реальности, тесно соединяя теоретические рассуждения с практическим «испытанием» природы. В результате резко усилилась познавательная мощь науки. Данное глубокое преобразование науки в XVI–XVII вв. явилось первой научной революцией (Г. Галилей, И. Кеплер, У. Гарвей, Р. Декарт, Х. Гюйгенс, И. Ньютон и др.).

2.2. Историческая классификация наук

Развитие науки было составной частью общего процесса интеллектуального развития человеческого разума и становления человеческой цивилизации. Нельзя рассматривать развитие науки в отрыве от следующих процессов:

- формирование речи;
- развитие счета;
- возникновение искусства;
- формирование письменности;
- формирование мировоззрения (миф);
- возникновение философии.

К одной из первоочередных проблем истории науки относят проблему периодизации. Обычно выделяют следующие периоды развития науки:

– *Преднаука* – зарождение науки в цивилизациях Древнего Востока: астрология, доевклидова геометрия, нумерология.

– *Античная наука* – формирование первых научных теорий (атомизм) и составление первых научных трактатов в эпоху Античности: астрономия Птолемея, ботаника Теофраста, геометрия Евклида, физика Аристотеля, а также появление первых протонаучных сообществ (Академия).

– *Средневековая магическая наука* – формирование экспериментальной науки на примере алхимии Джабира. Алхимия (лат. *alchimia*, *alchymia*, от араб. *al-kīmīa*, предположительно от египетского «*kēme*» – черный, откуда также греческое название Египта, чернозема и свинца – «черная земля»; другие возможные варианты: др.-греч. – «сок», «эссенция», «влага», «вкус», «сплав (металлов)», «литье», «поток», «смешивание», «Химера») – общее название существующих в различных культурах систем трансформации физических предметов (в первую очередь металлов) или человеческого организма.

– *Научная революция и классическая наука* – формирование науки в современном смысле в трудах Галилея, Ньютона, Линнея.

– *Неклассическая наука* – наука эпохи кризиса классической рациональности: теория эволюции Дарвина, теория относительности Эйнштейна, принцип неопределенности Гейзенберга, гипотеза Большого взрыва, теория катастроф Рене Тома, фрактальная геометрия Мандельброта.

Возможно другое деление на периоды:

– доклассический (ранняя античность, поиск абсолютной истины, наблюдение и размышление, метод аналогий);

– классический (XVI–XVII вв., появляется планирование экспериментов, введен принцип детерминизма, повышается значимость науки);

– неклассический (конец XIX в., появление мощных научных теорий, например теории относительности, поиск относительной истины, становится ясно, что принцип детерминизма не всегда применим, а экспериментатор оказывает влияние на поиск эксперимента);

– постнеклассический (конец XX в., появляется синергетика, расширяется предметное поле познания, наука выходит за свои рамки и проникает в другие области, поиск целей науки).

Накопление знаний происходит с появлением цивилизаций и письменности; известны достижения древних цивилизаций (египетской, месопотамской и т. д.) в области астрономии, математики, медицины и др. Однако в условиях господства мифологического, дорационального сознания эти успехи не выходили за чисто эмпирические и практические рамки. Так, например, Египет славился своими геометрами, но если взять египетский учебник геометрии, то там можно увидеть лишь набор практических рекомендаций для землемера, изложенных догматически («если хочешь получить то-то, делай так-то и так-то»). Понятие же теоремы, аксиомы и особенно доказательства было абсолютно чуждо в условиях, предполагавших авторитарную передачу знания от учителя к ученику.

Можно считать, что истинный фундамент классической науки был заложен в Древней Греции, начиная примерно с VI в. до н. э., когда на смену мифологическому мышлению впервые пришло мышление рационалистическое. Эмпирия, во многом заимствованная греками у египтян и вавилонян, дополняется научной методологией: устанавливаются правила логических рассуждений, вводятся различные понятия (гипотеза и т. д.), появляется целый ряд гениальных прозрений, например теория атомизма. Неоценимый вклад в разработку и систематизацию методов познания и непосредственно самих знаний внес Аристотель. Отличие античной науки от современной состояло в ее умозрительном характере: понятие эксперимента было ей чуждо, ученые не стремились соединять науку с практикой (за редкими исключениями, например Архимеда), а, наоборот, гордились причастностью к чистому, «бескорыстному» умозрению. Отчасти это объясняется тем, что греческая философия полагала, что история циклично повторяется и развитие науки бессмысленно, так как оно неизбежно закончится кризисом.

Распространившееся в Европе христианство упразднило взгляд на историю как на повторяющиеся периоды (Христос как историческая личность явился на земле только единственный раз) и создало высокоразвитую богословскую науку, родившуюся в ожесточенных богословских спорах с еретиками в эпоху Вселенских Соборов и построенную на правилах логики. Однако после разделения церквей в 1054 году в западной (католической) части обострился кризис богословия. Тогда интерес к эмпирике (опыту) был совершенно отброшен, а наука стала сводиться к толкованию авторитетных тек-

стов и развитию формально-логических методов в лице схоластики. Однако труды античных ученых, получивших статус «авторитетов» – Евклида в геометрии, Птолемея в астрономии, его же и Плиния Старшего в географии и естественных науках, Доната в грамматике, Гиппократ и Галена в медицине и, наконец, Аристотеля как универсального авторитета в большинстве областей знаний – донесли основы античной науки до Нового Времени, послужив реальным фундаментом, на котором было заложено все здание современной науки.

В эпоху Возрождения происходит поворот к эмпирическому и свободному от догматизма рационалистическому исследованию, во многом сравнимый с переворотом в VI в. до н. э. Этому способствовало изобретение книгопечатания (середина XV в.), резко расширившего базу для будущей науки. Прежде всего происходит становление гуманитарных наук, или *studia humana* (как называли их в противоположность богословию – *studia divina*); в середине XV в. Лоренцо Валла издает трактат «О подложности Константинова дара», заложив тем самым основы научной критики текстов, сто лет спустя Скалигер закладывает основы научной хронологии.

Параллельно идет стремительное накопление новых эмпирических знаний, связанное с открытием Америки и началом эпохи Великих географических открытий, подрывающее картину мира, завещанную классической традицией. Жестокий удар по ней наносит и теория Коперника. Возрождается интерес к биологии и химии.

Современное экспериментальное естествознание зарождается только в конце XVI века. Его возникновение было подготовлено протестантской Реформацией и католической Контрреформацией, когда под вопрос были поставлены самые основы средневекового мировоззрения. Так же как Лютер и Кальвин преобразовали религиозные доктрины, работы Коперника и Галилея привели к отказу от астрономии Птолемея, а труды Везалия и его последователей внесли существенные поправки в медицину. Эти события положили начало процессу, ныне называемому научной революцией.

На смену XVII веку, «веку Разума», пришел век XVIII, «эпоха Просвещения». На базе науки, созданной Ньютоном, Декартом, Паскалем и Лейбницем развитие современной математики и естествознания продолжалось поколением Франклина, Ломоносова, Эйлера, де

Бюффона и д'Аламбера. С изданием многочисленных энциклопедий, в том числе «Энциклопедии» Дидро, началась популяризация науки.

Научная революция в естествознании привела к переменам в философии и общественных науках, развитие которых в этот период перестало зависеть от богословских споров. Кант и Юм положили начало светской философии, а Вольтер и распространение атеизма полностью отстранили церковь от решения философских вопросов для все более многочисленных слоев населения Европы. Труды Адама Смита заложили основы современной экономики, а американская и французская революции – современного политического устройства мира.

2.3. История развития науки на примере физики, химии, биологии

Физика. Классическая теория гравитации была создана еще Ньютоном. Аналогичная теория электричества и магнетизма появилась в XIX в. благодаря трудам Фарадея, Ома и Максвелла.

В начале XX века в области физики началась новая революция. Классическая механика Ньютона оказалась несовершенной, а ее применимость ограниченной. Для описания явлений микромира Макс Планк и Нильс Бор заложили основы квантовой механики, а для очень больших расстояний и скоростей, сравнимых со скоростью света, Альберт Эйнштейн предложил теорию относительности. Уже в 20-х годах XX столетия аппарат квантовой теории был развит Гейзенбергом и Шредингером так, чтобы с математической точностью описывать наблюдаемое в эксперименте поведение элементарных частиц, а астрономические наблюдения Эдвина Хаббла подтвердили соответствие поведения далеких галактик уравнениям Эйнштейна и позволили впоследствии создать теорию Большого взрыва, объясняющую происхождение и наблюдаемое ныне развитие Вселенной.

Вторая мировая война стимулировала работы по созданию ядерного и термоядерного оружия на основе физических экспериментов, требующих огромных капиталовложений, создания больших машин и работы все большего количества ученых. Их главными работодателями стали правительства, оценившие значимость развития науки и технологий как для военно-промышленного комплекса, так и для гражданского производства.

Химия. История современной химии начинается с знаменитой книги Роберта Бойля «Химик-скептик» (1661 г.), с которой в науке началось утверждение критического метода мышления, а также работ Каллена, Блэка и других медицинских химиков, широко применявших в своей работе количественные методы. Следующий важный шаг был сделан Антуаном Лавуазье, который отверг господствующую в то время теорию флогистона, разработал кислородную теорию горения и сформулировал закон сохранения массы (независимо от него этот закон был также сформулирован М. В. Ломоносовым).

Самым логичным объяснением этому и другим законам химии (к началу XIX в. был сформулирован целый ряд законов стехиометрии) стала атомная теория Джона Дальтона, согласно которой химические и физические свойства вещества определяются свойствами его мельчайших частиц. Одной из важнейших задач химии после этого стало определение атомных масс, опираясь на которое Д. И. Менделеев в 1869 г. открыл один из фундаментальных законов мироздания – периодический закон.

В 20-х годах XX века осуществленный Вёлером химический синтез мочевины открыл эпоху органической химии. В течение XIX века химики синтезировали сотни органических соединений, а к концу столетия научились использовать в качестве сырья для промышленного химического синтеза нефть. В XX веке нефть стала применяться не только в качестве топлива, но и в качестве сырья для производства новых синтетических материалов, в частности тканей и пластмасс.

Биология и медицина. В 1847 г. венгерский врач Игнац Филипп Земмельвайс предложил своим коллегам мыть руки, прежде чем входить в отделение для рожениц, и эта простая рекомендация помогла радикально снизить детскую смертность от инфекционной лихорадки. Однако поскольку наблюдения Земмельвайса были чисто эмпирическими, они были приняты далеко не всеми и не сразу. Лишь после разработки в 1865 г. принципов антисептики Джозефом Листером в медицине окончательно восторжествовала теория инфекционного агента.

Она была основана на открытиях Луи Пастера, который связал гниение, брожение и болезни с микроорганизмами. Ему же в 1880 г. удалось создать вакцину от бешенства, а также изобрести пастеризацию.

Одним из величайших достижений науки XIX века стала теория эволюции посредством естественного отбора, предложенная Чарлзом

Дарвином в 1859 г. Дарвин предположил, что все ныне существующие и многочисленные уже открытые к тому времени ископаемые виды живых существ были созданы за миллионы лет естественным отбором, подобно тому, как человек за несколько тысяч лет создал несколько видов домашних животных и растений посредством искусственного отбора. Теория Дарвина произвела большое впечатление на широкие круги общественности и привела к существенному пересмотру взглядов на место, занимаемое человеком в мире.

В отличие от работ Дарвина, скромная публикация монаха из Моравии Грегора Менделя (1866 г.) в течение длительного времени не привлекала никакого внимания. Лишь в начале XX века ученые обнаружили, что этот человек на десятилетия опередил их в исследовании законов наследственности. После этого начался расцвет сначала классической, а затем и молекулярной генетики, которая оказалась едва ли не главной движущей силой развития биологии в XX веке. К 1953 г. Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик, основываясь на исследованиях Розалинды Франклин, предложили общепринятую ныне модель структуры и функции ДНК. Во второй половине XX века осуществлялась активная разработка методов геной инженерии, а к началу XXI столетия ученые уже имели в своем распоряжении полные структуры геномов человека и целого ряда других организмов, важных для дальнейшего развития биологии, медицины и сельского хозяйства.

2.4. Естествознание и общественные науки

В средневековом сознании над познавательными-рациональными доминировали ценностно-эмоциональные отношения к миру. Именно поэтому точкой отсчета в духовном освоении мира выступали ценностные противоположности – добро и зло, небесное и земное, божественное и человеческое, святое и грешное и др. Вещь, попавшая в сферу отражения, воспроизводилась прежде всего с точки зрения ее полезности для человека, а не в ее объективных связях. Аналогичным образом человек характеризовался прежде всего не его объективными чертами (деловитостью, активностью, способностями), а через сословно-иерархические ценности: престиж, авторитет, власть и др.

Стержнем средневекового сознания выступало религиозное мировоззрение, в котором истолкование всех явлений природы и общества, их оценка, а также регламентация поведения человека

обосновываются ссылкой на сверхъестественные силы. Представление о сверхъестественных силах было порождено как практическим бессилием человека перед природой (неразвитость производительных сил, сельскохозяйственный и ремесленный характер производства), так и стихийным характером социально-классовых процессов, процессов общения (социальный гнет, социальная несправедливость, непредсказуемость жизненных ситуаций и др.).

Выделяя себя из природы, но еще не противопоставляя себя ей полностью, средневековый человек не формулирует своего отношения к природе как самостоятельной сущности. В качестве такого определяющего отношения для него существует другое отношение – к Богу, а отношение к природе вторично и производно от отношения к Богу. Знание природы подчинено «чувству Божества». Природа рассматривается им как сфера, созданная, творимая и поддерживаемая всемогущим и всевидящим Божеством, абсолютно зависящая от него, своими предметами, их поведением реализующая его волю во всем (в том числе и в отношении воздействия на людей, их судьбу, социальный статус, жизнь и смерть). Природа – проводник воздействия на людей Божьей воли, вплоть до того, что она есть и средство их наказания.

Для средневекового человека природа – это мир вещей, за которыми надо стремиться видеть лишь символы Бога. Поэтому и познавательный аспект средневекового сознания был направлен не на выявление объективных свойств предметов зримого мира, а на осмысление их символических значений, то есть их отношения к Божеству. Познавательная деятельность была по преимуществу толковательной, оценочной, опиралась на иерархизированную и субординированную систему ценностей, ценностное сознание.

Таким образом, средневековое сознание не ориентировано на выявление объективных закономерностей природы. Его главная функция – сохранение ценностного равновесия человека и мира, субъекта и объекта.

ТЕМА 3. СИНТЕЗ НАУК

3.1. Синтез наук и концепция меганауки

Развитие естествознания и общественных наук показало, что возникла необходимость проведения исследований на стыке различных направлений. Именно такой подход обеспечивал прогресс для ряда новых направлений экономической деятельности. С течением времени человечество пришло к пониманию того, что без смешивания (синтезирования) отдельных наук дальнейшее их развитие невозможно. Так появились «гибридные», или «синтезированные», науки, например физическая химия, биологическая химия (биохимия), биофизика и др.

Физическая химия – это наука, изучающая взаимосвязь химических и физических явлений, выявляющая закономерности химических процессов, опираясь на общие принципы физики. Основные задачи физической химии – это исследование закономерностей хода химических реакций во времени, законов химического равновесия и определение механизмов процессов. Эти задачи не могут быть решены только физикой или химией, но требуют их комплексного взаимодействия.

Развитие биологии в целом и особенно связанной с изучением процессов, происходящих в организмах, способствовало появлению ряда новых синтетических дисциплин.

Биохимия изучает химические вещества, их структуру и распределение в организме. Это наука о химическом составе живых клеток и организмов и о химических процессах, лежащих в основе их жизнедеятельности.

Биофизика изучает физические и физико-химические явления, которые происходят в живых организмах. Также данная наука изучает структуру и свойства биополимеров, а также влияние различных физических факторов на живые организмы и живые системы.

Дальнейшее углубленное изучение происходящих в организме биохимических и биофизических процессов привело к необходимости их изучения на новом (молекулярном) уровне. Возникла новая синтетическая наука – молекулярная биология, которая тесно связана не только с органической химией и классической биологией, но и с такими науками, как:

– биофизика;

- генетика;
- микробиология.

Молекулярная биология занимается тем, что исследует основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне, а также выясняет, каким образом и в какой мере рост и развитие организмов, хранение и передача наследственной информации и многие другие явления обусловлены структурой и свойствами биологических белков и нуклеиновых кислот, т. е. макромолекул.

Развитие науки происходило не только как объединение и синтез отдельных направлений, но и как совершенствование организационных подходов. Решение важнейших инновационных научных задач потребовало координации и объединения усилий и концентрации таких ресурсов, как: финансы, оборудование, методики, квалифицированные кадры, информация и др. Возникла такая концепция, как меганаука («мегасайенс»), которая является организационно-управленческой инновацией. Проекты создания новой научной инфраструктуры, получившей название меганаука, во многом определяют перспективы фундаментальной и прикладной наук и инновационного развития. Меганаука – это крупные дорогостоящие международные научные и исследовательские комплексы, включающие уникальные научные установки, подобранные для решения важных инновационных задач. В основе такой инфраструктуры находятся специализированные исследовательские установки коллективного пользования мегакласса. В качестве примеров научно-исследовательских установок мегакласса можно привести нейтронные источники и источники синхротронного излучения, лазеры на свободных электронах и ядерно-физические установки. Меганаука пришла на смену «большой науке» не по техническим, а по экономическим причинам. Она для своей реализации требует финансовых ресурсов и правильной организации, но в некоторых случаях ее эффект неочевиден или для его достижения требуется поиск новых подходов к управлению и формирование новых организационных структур.

Примеры меганауки встречаются задолго до XX века. К ним можно отнести знаменитую обсерваторию Тихо Браге «Ураниборг» на острове рядом с Копенгагеном. В 1576 году благодетель Браге, король Фредерик II, выразил основной смысл поддержки меганауки для государства: своими открытиями астроном «прославит страну, короля и самого себя».

До сих пор прогресс человечества и сопутствующая слава остаются важными причинами финансирования меганауки, но парадоксальным образом ее настоящее рождение связано с сугубо жизненной практической проблемой – Второй мировой войной. Именно война изменила отношения между учеными и правительствами, а ключевым для меганауки при всей его прикладной направленности стал Манхеттенский проект по разработке ядерного оружия. Размах проекта был беспрецедентным, а стоимость составила около двух миллиардов долларов, при том что все федеральные расходы США на научно-исследовательские работы в 1940 году равнялись 70 миллионам долларов.

Никаких конкретных пороговых значений стоимости проектов, после которых они становятся «мега», не зафиксировано, и точный размер меганауки в долларах или рублях неизвестен. Тем не менее данные Конгресса США позволили экспертам ЮНЕСКО заключить, что на американскую меганауку в 1991–1995 годах было потрачено около 15–20 процентов федерального научного бюджета.

Говоря о причинах таких трат, те же эксперты предельно откровенны и прямо связывают их с модой, лоббированием и медиа. По своей природе меганаука если и приносит выгоду, то, скорее, всему человечеству и конкретным отраслевым группам ученых, а не странам как таковым. Для отдельных государств позитивные эффекты обычно непрямые и лежат в образовательной плоскости.

Идея конкретного мегапроекта обычно возникает у группы ученых из какой-либо дисциплины. Чаще всего они обращаются с ней в ответственное за фундаментальную науку государственное агентство.

Необходимым условием для того, чтобы проект отнесли к классу «мегасайенс», является наличие научной программы, позволяющей выйти за рамки современных знаний в области фундаментальных наук и открывающей новые возможности в развитии технологий. Это предусматривает создание и развитие сети исследовательских установок, превосходящих по техническим характеристикам, параметрам и достижимым возможностям существующие в мире. Их создание и эксплуатация может происходить на основе международного научно-технического сотрудничества.

Создание инфраструктуры, обеспечивающей осуществление научной, научно-технической и инновационной деятельности, включающей в том числе информационные системы, уникальные научные

установки, установки класса «мегасайенс», позволит осуществлять исследования и разработки на мировом уровне.

3.2. Экология как синтетическая наука

В настоящее время деятельность человека привела к резкому ухудшению состояния природы. Ухудшается состояние воздуха, снижается плодородие почв, из-за загрязнения воду из поверхностных водоемов почти повсеместно нельзя пить. Все это чревато необратимыми последствиями разрушения природных сообществ. Экологический кризис представляет собой реальную опасность практически в каждом регионе.

Анализ причин и последствий экологического кризиса показал, что решение вопросов охраны окружающей среды возможно только на основе многостороннего, комплексного подхода, с учетом инновационных достижений в различных областях научных исследований. Реализация такого подхода возможна на основе разработки и следования новой концепции – синтеза научных знаний. Экология – синтетическая наука, использующая данные всех биологических дисциплин и значительную часть физических и химических знаний.

Несмотря на древнюю историю экология как наука сформировалась сравнительно недавно – приблизительно к 1900 г. Термин «экология» впервые был предложен немецким ученым биологом Эрнстом Геккелем в 1866 г. Это сложносоставное слово от греческих слов «Oikos» – дом и «Logos» – наука, что в буквальном смысле означает «наука о доме».

В настоящее время понятие экологии как науки формулируется следующим образом:

Экология – это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Экологию можно подразделить на три большие ветви: общую, частную (специальную) и прикладную.

Общая (биоэкология) – изучает популяции, взаимоотношения между организмами, организмом и средой, экологию сообществ, биосферу.

Частная – изучает отдельные таксономические группы организмов (экология растений, животных, грибов и т. д.). Особое направление – экология человека.

В последние десятилетия возникло и получает все большее развитие новое направление экологии – *прикладная экология*. Это направление подразделяется на:

– *промышленную*, изучающую воздействие промышленности на окружающую среду;

– *промысловую*, которая изучает воздействие человека на природу в результате промысла (рыбной ловли, охоты, массовой заготовки грибов и ягод).

Отдельным разделом прикладной экологии является *сельскохозяйственная экология*. Сельскохозяйственная экология исследует воздействие сельскохозяйственного производства на природу, и наоборот: влияние естественной природной среды на функционирование сельскохозяйственных комплексов. То есть сельскохозяйственная экология изучает влияние удобрений, пестицидов и изменений климата на сроки развития растений и их продуктивность. Также занимается вопросами всплеск численности вредителей и возбудителей растений. Исследует, как меняется продуктивность животных в зависимости от изменения условий их обитания. Она является основой рационального ведения сельскохозяйственного производства.

Кроме того, выделяют и другие подразделы прикладной экологии (транспортная и т. д.).

Современная экология широко применяет разнообразные методы и технические приемы исследований: инструментальное изучение различных процессов, метод радиоизотопов, телеметрию, радиомечение, ночные наблюдения в ИФ-лучах, тепло- и радиолокацию и др.

Описывая экологию как науку, необходимо выделить комплекс задач, которые решает эта наука. Существует ряд основополагающих глобальных проблем, на которых фокусируются основные направления и разделы современной экологии:

– *Экологические механизмы адаптации к среде обитания*. Это необходимо потому, что, с одной стороны, в нашей стране появляется много новых сортов растений, а также видов и пород животных. Нужно знать и уметь предсказывать, смогут ли они акклиматизироваться в наших условиях, приспособиться, принесут пользу или навредят другим видам. С другой стороны, изменяются условия обитания для видов и сортов растений и животных, обитающих на территориях нашей страны с давних времен. Это связано и с активно

проводившейся мелиорацией земель, и с вырубкой лесов, распашкой земель, а также с глобальным изменением климата на Земле.

– *Регуляция численности популяций.* Здесь имеется в виду разработка комплекса мероприятий, направленных на управление численностью вредителей сельского и лесного хозяйства, переносчиков болезней человека и сельскохозяйственных животных, а также численностью промышленных видов, используемых для охоты или домашнего разведения.

– *Управление продукционными процессами.* Решение этой проблемы лежит в основе мероприятий, направленных на рационализацию использования биологических ресурсов (фотосинтез, формирование первичной продукции, утилизация энергии животными и человеком, образование вторичной продукции, факторы влияния на эти процессы и т. д.)

– *Устойчивость природных и антропогенных сообществ.* Необходимо ответить на вопрос, почему естественные сообщества, такие как лес или степь, являются устойчивыми и могут существовать веками, а огород нельзя без заботы человека оставить и на месяц. Как увеличить устойчивость полей, садов и огородов?

– *Экологическая индикация* предполагает определение изменения свойств тех или иных компонентов и элементов ландшафта или сообщества растений и животных (леса, поля) по специфическим изменениям и специально подобранным особо чувствительным видам растений и животных (природным индикаторам).

Наряду с глобальными проблемами, экология решает ряд более конкретных, практических вопросов:

– оздоровление ландшафта (ликвидация угрозы заболевания, борьба с загрязнением и т. д.);

– восстановление нарушенных экосистем (использование торфяников, рекультивация земель, борьба с эрозией, посадка лесов и т. д.);

– утилизация отходов;

– оценка воздействия на окружающую среду;

– экологический менеджмент производственных процессов;

– сохранение эталонных участков биосферы (заповедники, озера и т. д.).

Представленный спектр задач показывает, что экология непосредственно связана с рядом других научных направлений, таких как биология, физика, химия, математика, экономика, география,

климатология и т. д. Кроме того, на основе экологии сформировался ряд прикладных дисциплин, сфокусированных на вопросах охраны окружающей среды и рационального природопользования. К ним можно отнести науку об окружающей среде, геоэкологию, экономику природопользования, экологический мониторинг, оценка жизненного цикла продукции и др.

Экологизация, то есть процесс проникновения экологического подхода, экологических принципов и научных разработок в различные виды и сферы, является важнейшей и обязательной составляющей всех отраслей жизнедеятельности общества. Практическое использование достижений современной экологии реализуется на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Решение глобальных экологических проблем, с которыми столкнулось человечество, возможно через международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Основой современной экологической политики государств является принцип или концепция устойчивого развития, стратегия и тактика достижения которой были разработаны на встрече в Рио-де-Жанейро. Республика Беларусь принимает активное участие в международном экологическом взаимодействии и поддерживает важнейшие международные конвенции в области охраны окружающей среды, выполнение которых требует научного подхода, постоянного совершенствования и реализации самых современных инновационных разработок экологической науки.

3.3. Практическое использование достижений современной экологии

Инновационные разработки и результаты научных исследований используются и реализуются в практической деятельности Республика Беларусь в области охраны окружающей среды для решения актуальных вопросов внешней и внутренней экологической политики.

К основным (рамочным) международным конвенциям ООН по окружающей среде относятся: конвенция об изменении климата, конвенция о биологическом разнообразии, конвенция по борьбе с опустыниванием.

Международная конвенция ООН об изменении климата была принята в 1992 году. Основная цель заключается в снижении выброса в атмосферу парниковых газов, прежде всего диоксида углерода, до

уровня 1990 года и стабилизации на данном уровне. Страны, подписавшие конвенцию, обязаны предоставлять информацию об объеме выбросов газов на их территории, информировать общество об изменении климата, содействовать сохранению лесов, болот, акваторий и т. д. Республика Беларусь ратифицировала данную конвенцию в 2005 г.

Республика Беларусь, как страна, принимающая активное участие в международной политике в области охраны окружающей среды, является стороной базовых международных соглашений, связанных с изменением климата. Беларусь является стороной Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) с 1992 года. Конвенция вступила в силу согласно Указу Президента Республики Беларусь от 10 апреля 2000 г. № 177.

Республика Беларусь одобрила РКИК ООН и является участницей Киотского протокола к РКИК ООН с 2005 года, согласно Указу Президента Республики Беларусь от 12 августа 2005 г. № 370 «О присоединении Республики Беларусь к Киотскому протоколу к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата».

В соответствии с обязательствами Республики Беларусь как Стороны РКИК ООН и Киотского протокола, ее совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в первом периоде обязательств (2008–2012 гг.) должны были составить 92 % от уровня 1990 г., т. е. сократиться на 8 %. На второй период обязательств Киотского протокола Республика Беларусь приняла на себя добровольные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов в 2020 г. также на 8 % к уровню 1990 года.

На 21-й сессии Конференции Сторон Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата 12 декабря 2015 г. принято Парижское соглашение, которое направлено на реализацию резолюции Генеральной Ассамблеи ООН «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года» и поддержку экологической целостности, возобновляемых источников энергии, «зеленой» экономики, передачу высокоэффективных технологий, смягчение последствий изменения климата и адаптацию к изменяющемуся климату.

Согласно параграфам 13 и 14 решения 1/СР.20 неотъемлемой частью этого соглашения являются предполагаемые национально определяемые вклады Сторон Конвенции, которые являются обяза-

тельствами стран. В соответствии с документом «Предполагаемые национальные определяемые вклады Республики Беларусь» (INDC), который был подготовлен согласно параграфам 13 и 14 решения 1/CP.20 Конференции Сторон РКИК ООН в рамках подготовки к 21-ой Конференции Сторон, Республика Беларусь приняла на себя обязательства по снижению выбросов парниковых газов к 2030 г. не менее чем на 28 % по отношению к уровню базового 1990 г., т. е. сокращение выбросов до уровня, не превышающего 96,1 млн т CO₂. В 1990 г. выбросы парниковых газов составляли 139 151,23 т в эквиваленте CO₂ без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» [3].

Данный документ был одобрен Указом Президента Республики Беларусь от 16 ноября 2015 года № 461 «О проекте международного договора» [4].

Реализация взятых на себя обязательств требует разработки и выполнения ключевых задач и показателей, которые изложены в ряде нормативных правовых актов (НПА) Республики Беларусь, важнейшим из которых является Конституция страны. Согласно статье 34 Конституции гражданам Республики Беларусь гарантируется право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о состоянии окружающей среды.

Согласно Статье 46 Конституции Республики Беларусь каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды [5].

Согласно Концепции Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года (НСУР 2035), стратегической целью в области обеспечения экологически безопасной среды проживания является сохранение локальных и региональных экосистем для нынешнего и будущего поколений, защита населения от вредных воздействий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Приоритетными задачами являются смягчение последствий изменения климата и адаптация к климатическим изменениям, минимизация негативных социально-экономических последствий стихийных бедствий и опасных климатических явлений, обеспечение реабилитации экологически дестабилизированных экосистем, восстано-

ление их природных свойств. НСУР предусматривает сокращение уровня выбросов парниковых газов до 30 % к уровню 1990 г.

Конвенция о биологическом разнообразии. В конвенции отмечается, что биологическое разнообразие организмов представляет собой особую ценность по биологическим, социальным, генетическим, научным, эстетическим и другим причинам. Страны, подписавшие конвенцию, обязаны определять компоненты биологического разнообразия, имеющие особое значение, и осуществлять контроль за их исполнением, разрабатывать национальные стратегии устойчивого развития, принимать меры для защиты видов, которым грозит вымирание, и создавать системы заповедников и национальных парков, восстанавливать деградировавшие экосистемы, осуществлять контроль за организмами, появившимися в результате ГМО (генетической модификации организмов). Республика Беларусь подписала конвенцию в 1997 году.

Одной из наиболее существенных причин обеднения растительного и животного миров нашей страны является нарушение или уничтожение их мест обитания в результате деятельности человека. К таким видам деятельности относятся промышленное производство, строительство, мелиорация, распашка земель и другие формы активного воздействия на природные сообщества. Потеря любого вида растений или животных как неповторимого генофонда недопустимо. Поэтому виды, находящиеся под угрозой исчезновения, заносятся в Красную книгу – список редких и исчезающих растений и животных. Их уничтожение строго запрещено и карается по закону. Первая белорусская Красная книга вышла в 1981, второе издание – в 1993. В 2004–2005 гг. вышло третье издание Красной книги, а в 2015 году – четвертое.

Защита отдельных видов растений или животных не решает главной проблемы охраны природы – сохранения естественных ландшафтов. Лишь сохранение в биосфере достаточно обширной сети центров генетического разнообразия для обеспечения нормального развития эволюционных процессов в полной мере обеспечивает сохранение ценных природных комплексов на Земле.

В сохранении биологического и ландшафтного разнообразия в Беларуси главная роль принадлежит особо охраняемым природным территориям (ООПТ).

ООПТ – это участки земли с уникальными, эталонными и иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное, историко-культурное, эстетическое

и иное значение, изъяты полностью или частично из хозяйственного оборота, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования.

Конвенция по борьбе с опустыниванием принята в 1994 году. Страны, подписавшие конвенцию, обязаны предоставлять информацию об изменении площадей пахотных земель, принимать меры по борьбе с опустыниванием, эрозией и другими видами деградации почв, осуществлять рекультивацию деградировавших земель и т. д. Республика Беларусь присоединилась к конвенции в 2001 году. Потеря пахотных земель является одной из сложнейших экологических проблем в современном мире. По данным ООН на планете ежегодно теряется от 5 до 7 млн га плодородных почв. Причинами потери пахотных земель является их отчуждение под строительство населенных пунктов, дорог, трубопроводов, а так же деградация.

Средний норматив площади отчужденных земель в мире составляет приблизительно 0,1 гектара на одного жителя, площадь отчужденных земель на планете составляет около 500 млн га, в Беларуси – 1,6 млн га.

Деградация – это постепенное снижение плодородных свойств почвы под влиянием естественных (нарушение условий почвообразования) или искусственных (хозяйственная деятельность человека) причин. В изменении структуры земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель за последние двадцать пять лет прослеживаются определенные тенденции. Наблюдается устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель и увеличения площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью.

Охрана земель также регулируется кодексом Республики Беларусь о земле. В природоохранных целях землепользователи и землевладельцы обязаны проводить следующие мероприятия:

- восстановление и повышение плодородия земель;
- защиту участков от эрозии, заболачивания, засоления, загрязнения и т. д.;
- защиту земель от зарастания кустарником и мелколесьем;
- рекультивацию нарушенных земель и т. д.

Стимулирование рационального использования и охраны земель осуществляется экономическими методами. Они включают:

- выделение средств из республиканского и местного бюджета для восстановления земель, нарушенных не по вине землепользователей;

– освобождение от платы за земельные участки в период их с/х освоения;

– предоставление льготных кредитов;

– поощрение за повышение плодородия почв и продуктивности земель, производство экологически чистой продукции.

Эти меры направлены на повышение заинтересованности землепользователей и землевладельцев в сохранении и воспроизводстве плодородия почв.

К важнейшим вопросам экологического характера на региональном уровне относится оценка воздействия на окружающую среду и меры экологического управления и контроля. Основным законом в области охраны окружающей среды и природопользования является принятый в 1992 г. с исправлениями и дополнениями Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

Согласно закону, охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение экологической безопасности человека – неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития государства.

Закон призван обеспечивать правовые основы такого пути развития РБ, защиту прав человека на благоприятную для его жизни и здоровья окружающую среду, определять «правовые и экономические основы охраны окружающей среды в интересах настоящих и будущих поколений людей».

Обязательным требованием в соответствии с законодательством Республики Беларусь является проведение оценки воздействия на окружающую среду и государственной экологической экспертизы. Согласно закону Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду», оценка воздействия на окружающую среду – определение при разработке предпроектной (предынвестиционной), проектной документации возможного воздействия на окружающую среду при реализации проектных решений, предполагаемых изменений окружающей среды, прогнозирование ее состояния в будущем в целях принятия решения о возможности или невозможности реализации проектных решений, а также определение необходимых мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Государственная экологическая экспертиза – установление соответствия планируемых проектных и иных решений (далее – проектные решения), содержащихся в предпроектной (предынвестиционной), проектной и (или) иной документации (далее – документация), требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов, а проектных решений, содержащихся в предпроектной (предынвестиционной) документации, градостроительных проектах, – также регламентам градостроительного развития и использования территорий. Правила проведения экологической экспертизы изложены в этом же законе.

Разработка, реализация и постоянное совершенствование данного закона строится на комплексном научном обосновании, с учетом аспектов допустимого воздействия, влияния производственной деятельности на все компоненты окружающей среды, краткосрочного и перспективного прогнозирования состояния экологических систем различного уровня.

На локальном уровне современные достижения экологической науки используются для эффективного и рационального экологического управления производственными процессами.

Для предотвращения вредного воздействия производственной деятельности на состояние экологических систем предприятия обязаны получать природоохранные разрешения на следующие виды экологического воздействия:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- специальное водопользование;
- хранение и захоронение отходов производства;
- иные виды вредного воздействия при соблюдении требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством.

Контроль экологического воздействия осуществляется силами самого предприятия и проверок инспекций природных ресурсов.

В Беларуси сочетаются две системы экологического контроля на предприятии:

- система производственного контроля в области охраны окружающей среды, который обязаны обеспечивать все юридические лица при осуществлении деятельности, оказывающей вредное воздействие на окружающую среду;

– локальный мониторинг окружающей среды, который представляет собой систему оценки воздействия, оказываемого крупными источниками загрязнения на окружающую среду.

Плановая проверка инспекции природных ресурсов включает проверку требований законодательства в областях:

- обращения с отходами;
- выбросов в атмосферный воздух;
- водопотребления и водоотведения;
- охраны растительного и животного мира.

Периодичность плановых проверок базируется на оценке рисков, которая выполняется на основе научно-обоснованных методик. Для целей планирования введены три группы риска. Объекты, осуществляющие экологически опасную деятельность или хозяйственную деятельность в границах особо охраняемых природных территорий, относятся к высокой группе риска и могут проверяться ежегодно. Объекты, осуществлявшие деятельность, относящуюся к средней группе риска, могут проверяться один раз в три года, в то время как проверки объектов с низкой степенью риска могут проводиться раз в пять лет.

ТЕМА 4. МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ

4.1. Объект и предмет изучения, цель и задачи экологических исследований

Исследование – это изучение любых объектов путем проведения над ним эксперимента.

Соответственно, исследование в экологии – это изучение любых природных и антропогенных объектов природо-промышленных систем путем проведения над ним эксперимента.

Природо-промышленная система (ППС) – это множество объектов отраслей промышленного и сельскохозяйственного производств и природной среды, образующих единую технико-экономическую и экологическую структуру рассматриваемого региона, упорядоченно взаимодействующих друг с другом в процессах обмена информацией, потребления материально-энергетических ресурсов и переработки отходов.

В состав природо-промышленной системы входят:

1) промышленная (антропогенная) подсистема (техносфера):

а) компоненты промышленной подсистемы:

– объекты (сфера) общественного потребления, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (жилой сектор, транспорт, торговые и обслуживающие организации и т. д.);

– объекты (сфера) промышленного производства, являющиеся источниками выделения загрязняющих веществ, энергии и других факторов воздействия на окружающую среду (предприятия промышленности и сельского хозяйства, вокзалы, аэродромы, электростанции и т. д.);

– объекты (сфера) защиты окружающей среды (очистные сооружения, системы размещения, переработки или захоронения отходов и т. д.);

б) внутренние и внешние связи в промышленной подсистеме (потоки первичных природных ресурсов, идущих на общественные, промышленные и эколого-технологические нужды, потоки промышленных потребительских продуктов, потоки перерабатываемых и неперерабатываемых общественных и промышленных отходов и т. д.);

2) природная подсистема (окружающая среда) – экосфера с флорой и фауной (компоненты и связи атмосферы, гидросферы и литосферы).

Природо-промышленные системы являются объектами профессиональной деятельности инженера-эколога.

Исследования в экологии чаще всего преследуют практическую цель – получение достоверной информации для выявления закономерностей развития явлений и процессов, происходящих в природо-промышленной системе. Задача наблюдения предопределяет его программу и формы организации. Неясно поставленная цель может привести к тому, что в процессе наблюдения будут собраны ненужные данные или, наоборот, не будут получены сведения, необходимые для анализа.

Под объектом инженерного исследования в экологии понимается некоторая статистическая совокупность, в которой проистекают исследуемые явления и процессы, происходящие в природо-промышленной системе. Объектом инженерного исследования в экологии может быть совокупность физических лиц (население отдельного региона, страны; лица, занятые на предприятиях отрасли), физические единицы (станки, машины, жилые дома), юридические лица (предприятия, фермерские хозяйства, коммерческие банки, учебные заведения), природные объекты (растительность, животный мир, недра).

Чтобы определить объект наблюдения, необходимо установить границы изучаемой совокупности. Для этого следует указать важнейшие признаки, отличающие его от других сходных объектов. Например, прежде чем проводить обследование влияния промышленных предприятий на окружающую их среду, следует определить отрасли промышленности, регионы, подлежащие наблюдению, и т. д.

4.2. Методы научных исследований

Метод науки – это общий способ достижения всестороннего отражения предмета исследования, раскрытия его сущности, познания его законов. Средства реализации методов разнообразны. Например, это могут быть логические рассуждения, средства измерений по картам, вычислительные средства, техника для получения фотоизображений и т. д. Методы разделяются на общенаучные и частные. Общие методы – это область исследования философов, методологов науки, частные методы – специалистов в каждой конкретной области. В экологических исследованиях могут быть применены как

общенаучные методы (индукции и дедукции, системный, исторический и др.), так и частные (трансектный, метод пробных площадок, метод изъятия и др.). В своем развитии экологическая наука использовала методы географии, биологии, геологии, антропологии, физики, химии и других наук.

Методы биоэкологических исследований:

– полевые исследования, то есть изучение популяций видов и их сообществ в естественной обстановке, непосредственно в природе. При этом обычно используются методы физиологии, биохимии, анатомии, систематики и других наук;

– эксперимент в природе отличается от наблюдения тем, что организмы искусственно ставятся в условия, при которых можно строго дозировать тот или иной фактор и точнее, чем при наблюдении, оценить его влияние;

– лабораторные исследования.

Методы геоэкологических исследований. Объектами геоэкологических исследований являются территории, природно-технические и экологические системы. Выделение границ территориального объекта, как правило, обусловлено административным аспектом или определено заказчиком. В качестве природно-технической системы (ПТС) может выступать любой территориально-промышленный комплекс или любой промышленный объект как источник загрязнения окружающей природной среды. Экологические системы – это лесные массивы, водоемы, реки и другие объекты, за исключением популяций живых организмов, изучением которых занимается биоэкология.

Геохимические методы изучают распространение химических элементов или их соединений в горных породах, почвах, водах, атмосфере и растительности.

Геофизические методы изучают распределение естественных или искусственно созданных физических полей: гравитационного, магнитного, электромагнитного, радиоактивного, теплового и других. Современная геофизическая аппаратура обладает очень высокой точностью измерений, благодаря чему обеспечивает возможность выявить и проследить даже слабые изменения полей, соответствующие небольшим изменениям некоторых свойств изучаемых объектов.

Гидрогеологические методы. Основными методами гидрогеологических исследований, широко используемыми при решении экологических задач, являются гидрогеологическая съемка, бурение

гидрогеологических скважин, опытно-фильтрационные работы и стационарные гидрогеологические наблюдения.

Инженерно-геологические методы. Основными объектами инженерной геологии являются грунты (горные породы, находящиеся в пределах сферы взаимодействия сооружения с геологической средой) и экзогенные геологические процессы. При изучении этих объектов используется большой комплекс различных методов геофизики, геодезии, гидрогеологии, геохимии, горного дела и др.

Географические методы. При выполнении экологических исследований используется большой комплекс географических методов. Основным методом географии является метод описаний. Во-первых, географическое описание – один из результатов исходного этапа географического анализа территории, этапа сбора фактического материала и его первичного или эмпирического обобщения. Во-вторых, географическое описание территории – результат обобщения приведенных ранее исследований, причем ученых не одного поколения. Описание призвано отвечать на три вопроса: «Где расположено?», «На что похоже?», «Каков смысл географического явления?».

Одной из первых форм географических описаний было эмпирическое, дававшее характеристику окружающего мира. Характерным примером такого описания являются землеописания путешественников. Современные методы географического описания могут быть комплексными и целевыми (проблемными). К *комплексным методам* относятся ландшафтные описания местности и эколого-географические описания территории.

Аэрокосмические методы группа дистанционных методов с использованием летательных, воздушных и космических аппаратов. Внутри них выделяют группу аэрометодов и группу космических методов. Аэрометод – это визуальный метод наблюдения с применением фото- и видеотехники с летательных аппаратов. Результат – аэрофотоснимки. Данный метод был основным методом топографической съемки.

Геоэкологическое картографирование. Под картографированием понимается процесс составления карты определенного (в данном случае геоэкологического) содержания и масштаба в камеральных условиях путем генерализации карт любых съемочных масштабов, полученных в результате картирования.

Биоиндикационные методы. Биоиндикаторы – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания.

Математические методы позволяют создавать математические модели различных процессов и явлений. Суть *математического моделирования* заключается в абстрагированном и упрощенном отображении действительности логико-математическими формулами, передающими в концентрированном виде сведения о структуре, взаимосвязях и динамике исследуемых явлений. Эти модели очищены от ненужных деталей и лишних подробностей ради ясности характеристик важнейших свойств и закономерностей.

4.3. Эксперимент, гипотеза и теория. Методика эксперимента

Эксперимент является важнейшей составной частью научных исследований, в основе которого находится научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. В научном языке и исследовательской работе термин эксперимент обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, опыт, организация особых условий его существования, проверка предсказания. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом его развития и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях воспроизведения того или иного явления и по возможности наиболее чистого, т. е. не осложняемого другими явлениями. Основная цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости *гипотез* и на этой основе широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Гипотеза (др.-греч. «предположение; допущение») – предположение или догадка, утверждение, которое, в отличие от аксиом, постулатов, требует доказательство. Гипотеза считается научной, если она в соответствии с научным методом объясняет факты, охватываемые этой гипотезой; не является логически противоречивой;

принципиально опровергаема, то есть потенциально может быть проверена критическим экспериментом; не противоречит ранее установленным законам и, скорее всего, приложима к более широкому кругу явлений.

Также она может определяться как форма развития знаний, представляющая собою обоснованное предположение, выдвигаемое с целью выяснения свойств и причин исследуемых явлений.

Как правило, гипотеза высказывается на основе ряда подтверждающих ее наблюдений (примеров) и поэтому принимается правдоподобной. Гипотезу впоследствии или *доказывают*, превращая ее в установленный факт (теория), или же *опровергают* (например, указывая контрпример), переводя в разряд ложных утверждений.

Утверждение является *теорией*, когда оно удовлетворяет всем следующим критериям:

- утверждение точно является истиной, т. к. оно было достоверно выведено из экспериментов;
- утверждение экспериментально – то есть оно имеет экспериментально тестируемые последствия;
- утверждение относится к измеримым и наблюдаемым свойствам вещи, а не к ее «природе».

Постановка и организация эксперимента определяются его назначением. Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются отраслевыми и имеют соответствующие названия: физические, химические, биологические и др.

Эксперименты классифицируются следующим образом:

- по целям исследования (констатирующие, преобразующие, поисковые, решающие, контролирующие);
- по способу формирования условий (естественный и искусственный);
- по структуре изучаемых объектов и явлений (простые, сложные);
- по организации проведения (лабораторные, натурные, полевые, производственные и т. п.);
- по характеру внешних воздействий на объект исследования (вещественные, энергетические, информационные);
- по характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования (обычный и модельный);
- по типу моделей, исследуемых в эксперименте, (материальный и мысленный);

– по числу варьируемых факторов (однофакторный и многофакторный);

– по контролируемым величинам (пассивный и активный);

– по характеру изучаемых объектов или явлений (технологический, социометрический) и т. п.

При этом система эксперимента включает в себя следующие *элементы*:

1) экспериментальное оборудование – это оборудование, на котором непосредственно проводятся эксперименты (например, лабораторные стенды, испытательные стенды и т. д.);

2) измерительное оборудование – это оборудование, на котором регистрируются значения каких-либо параметров объекта в ходе проведения над ним эксперимента, (например, амперметры, вольтметры, хронометры и т. д.);

3) методики планирования, проведения эксперимента и обработки данных эксперимента – это совокупность правил, формул и т. д., применяемых в определенной последовательности, (например, методика испытаний на герметичность, методика расчета средних и т. д.);

4) средства отображения результатов эксперимента (например, экраны, записывающие бумажные ленты, перфокарты и т. д.);

5) средства обработки экспериментальных данных (например, калькуляторы, компьютеры и т. д.).

Выделяют следующие *этапы подготовки эксперимента*:

1) выявление параметров объекта, которые нужно менять или фиксировать в ходе эксперимента;

2) определение порядка измеряемых величин (десятки, сотни, тысячи и т. д.);

3) ранжирование (расстановка в определенном порядке) отдельных переменных (изменяемых в ходе эксперимента параметров объекта) и выяснение степени их влияния на процесс;

4) планирование эксперимента.

Функции экспериментатора в системе эксперимента:

– определение исходной информации для проведения эксперимента;

– определение направлений экспериментирования;

– проведение эксперимента;

– внесение изменений в ходе процесса экспериментирования;

– контроль правильности хода процесса экспериментирования;

– контроль достоверности получаемой количественной информации в ходе эксперимента;

– ручная обработка экспериментальной информации;

– разработка программ автоматизированной обработки экспериментальной информации и их реализация.

Методы постановки эксперимента в экологии

Существует два метода постановки эксперимента:

1) традиционный (метод однофакторного анализа) состоит в изменении одного какого-либо параметра при сохранении постоянными всех других параметров, влияющих на процесс; при такой постановке эксперимента требуется проведение очень большого количества опытов;

2) оптимальный (метод многофакторного анализа) предполагает одновременное изменение всех параметров, влияющих на процесс, что позволяет сразу установить степень взаимодействия параметров и значительно сократить общее число опытов.

Различают следующие *виды эксперимента*:

1) пассивный – включает постановку эксперимента методом однофакторного анализа, а также сбор исходного статистического материала в режиме нормальной эксплуатации на реальном объекте; обработка экспериментальных данных при этом проводится методами классического регрессионного и корреляционного анализа;

2) активный – включает постановку эксперимента методом многофакторного анализа по заранее составленному плану (планирование эксперимента); при этом план эксперимента выбирается в зависимости от априорной (однозначной) информации об объекте и от постановки задачи эксперимента, и на каждом этапе исследования выбирается оптимальная стратегия эксперимента. В настоящее время пассивный эксперимент, несмотря на недостатки (проведение большого количества опытов), широко применяется в реальных условиях, поскольку при этом информацию о свойствах объекта получают без нарушений режима протекания процесса. Активный эксперимент применяется, в основном, в лабораторных и полужаводских условиях.

Методика и планирование эксперимента

Правильная разработка методики эксперимента имеет особое значение. Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования.

При разработке методики проведения эксперимента необходимо предусмотреть:

- проведение предварительного целенаправленного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения его исходных данных (выбор варьирующих факторов, гипотез);

- создание оптимальных условий, в которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов);

- систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления и точные описания фактов;

- определение пределов измерений;

- проведение систематической регистрации измерений и оценок фактов различными способами и средствами;

- создание перекрестных воздействий, повторяющихся ситуаций, изменение условий и их характера;

- создание усложненных ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;

- переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Правильно разработанная методика экспериментального исследования предопределяет его ценность. Поэтому разработка, выбор, определение методики должно проводиться особенно тщательно. Исследователь при выборе методики эксперимента должен удостовериться в ее практической пригодности. В методике подробно разрабатывается процесс проведения эксперимента, составляется последовательность проведения наблюдений и операций измерений, детально описывается каждая операция в отдельности с учетом выбранных для проведения эксперимента средств, обосновываются методы контроля качества операций, обеспечивающие при минимальном (установленном ранее) количестве измерений их заданную точность и высокую надежность. Не менее важным разделом методики является *выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных*. Обработка данных сводится к систематизации всех цифр, классификации и анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в графики, формулы, таблицы, позволяющие качественно и быстро сопоставлять и анализировать полученные результаты. Все переменные должны быть оценены в единой си-

стеме единиц физических величин. Особое внимание в методике должно быть уделено *математическим методам обработки и анализу данных*, например аппроксимации связей между варьирующими характеристиками, установлению эмпирических зависимостей, установлению различных критериев. Диапазон чувствительности или нечувствительности критериев должен быть стабилизирован. При разработке плана-программы эксперимента всегда необходимо стремиться к его упрощению без потери достоверности и точности. По своему объему эксперименты могут быть различными. В лучшем случае достаточно лабораторного.

Таким образом, методика эксперимента – это система различных способов или приемов для последовательного и наиболее эффективного осуществления эксперимента.

Каждый экспериментатор должен составить план или программу проведения эксперимента, который включает:

- постановку цели и задач эксперимента;
- обоснование объема эксперимента, числа опытов;
- выбор варьируемых факторов;
- определение последовательности изменения факторов;
- порядок реализации опытов;
- выбор шага изменения факторов, задание интервалов между будущими экспериментальными точками;
- описание проведения эксперимента;
- обоснование средств измерений;
- обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Кроме перечисленных выше пунктов план эксперимента включает: наименование темы исследования; рабочую гипотезу, методику эксперимента, перечень необходимых материалов, приборов, установок; список исполнителей, календарный план и смету. Таким образом, проведение эксперимента – это важнейший и наиболее трудоемкий этап, при его выполнении очень важна последовательность проведения опыта. Ведение журнала, в котором фиксируются все характеристики исследуемого процесса и результаты наблюдений, является обязательным требованием проведения эксперимента. Также одновременно с проведением эксперимента исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов и их анализ.

Таким образом, можно выделить несколько этапов планирования эксперимента:

- сбор и анализ собранной информации;
- выбор входных и выходных переменных, области экспериментирования;
- выбор математической модели, при помощи которой будут представляться экспериментальные данные;
- план эксперимента и выбор критерия оптимальности;
- проведение анализа данных и определение метода;
- проведение эксперимента;
- проверка статических предпосылок для полученных экспериментальных данных;
- обработка полученных результатов;
- интерпретация и рекомендации по использованию полученных результатов.

4.4. Прогнозирование состояния объектов окружающей среды

Экологическое прогнозирование – предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человеческой деятельности.

Одна из целей прогнозирования – сохранение природных ресурсов на высокопродуктивном уровне, в результате чего они могут быть использованы человечеством в течение продолжительного времени. В основе экологического прогнозирования лежит, прежде всего, поисковое прогнозирование с задачей возможно более точного предсказания будущего состояния явления. Это связано с тем, что в настоящее время мы можем познать закономерности существования и развития видов, популяций, биогеоценозов и всей биосферы в целом, но пока только приступаем к управлению этими системами.

Используются три способа оценки и прогнозирования процессов: 1) экспертные оценки; 2) экстраполяция и интерполяция; 3) моделирование.

Принципы и общая схема прогнозирования природных процессов. Ныне выработаны некоторые общие принципы, необходимые для корректного подхода к экологическому прогнозированию. Любой экологический прогноз основывается на наблюдаемых тенденциях

и закономерностях рассматриваемого явления, и строить его надо не на субъективных решениях, а на основе объективных, научно-обоснованных положений. Отметим, что во временном аспекте в экологическом прогнозировании наиболее типичными являются прогнозы поисковые (без определения конкретного срока), краткосрочные (от 1 месяца до 1 года), среднесрочные (от 1 года до 5 лет) и долгосрочные (от 5 до 15 лет).

Метод Дельфи

Одним из наиболее распространенных и эффективных методов прогнозирования является экспертный (интуитивный) способ предсказания (метод Дельфи), который основан на логическом моделировании, проводимом группой экспертов независимо друг от друга, затем сближающих свои позиции на основе специальной математической обработки результатов их прогнозов. На основе этого метода обычно составляются прогнозы развития определенных направлений науки, региональных изменений природной среды, общие тенденции влияния проектируемого производства на среду на стадии технико-экономического обоснования проектов. В США, например, методом Дельфи еще в 1978 г. был составлен прогноз изменения климата до 2000 г. Аналогично строит свои прогнозы знаменитый «Римский клуб». Н. Ф. Реймерс подсчитал, что экологические прогнозы, выполненные по этому способу, оправдались в 72 % на срок до 5 лет, и в 55 % – на срок 6–10 лет.

Метод Дельфи позволяет с помощью нескольких последовательных голосований прийти к наилучшему по данному вопросу решению. При этом голосования анонимные, что «исключает влияние толпы». Метод реализуется следующим образом.

1. Ставится задача – вопросы, на которые нужно ответить. При этом ответ должен выражаться численно.

2. Отбирается экспертная группа – группа людей (обычно 10 или больше), которые являются специалистами в данной области и которые будут голосовать.

3. Проводится первый тур голосования. При этом эксперты:

– Выставляют оценку себе (самооценка). Это численное значение из заранее определенного диапазона, которое показывает, на сколько объективным или весомым считает свое мнение эксперт.

– Дает численную оценку по вопросу голосования. Оценка может быть как из какого-то диапазона, так и без ограничений.

Например, при оценке качества услуг какой-то фирмы может быть введена шкала баллов от 0 до 10 – это оценка с ограничениями. А в случае, когда голосование прогнозирует изменение курса доллара, нельзя заранее предвидеть, в каком диапазоне будут находиться ответы экспертов. Каждый эксперт должен как можно подробнее обосновать свое мнение, почему он поставил именно эту оценку.

4. После этого аналитическая группа проводит анализ данных. Вычисляются:

- Среднегрупповая оценка – число, равное среднеарифметическому всех самооценок.

- Простая оценка – среднеарифметическое всех поставленных оценок.

- Средневзвешенная оценка – сумма произведений оценки эксперта на его самооценку, деленная на сумму всех самооценок.

- Медиана. Для вычисления медианы упорядочиваются все оценки по возрастанию и выбираются две средние по номеру (например, если оценок всего 12, то берется 6-я и 7-я, если 11 – два раза берется 6-я) оценки, вычисляется их среднеарифметическое. Это и будет медиана.

- Вычисляется доверительный интервал. Для этого считаются так называемые квартили – $1/4$ от разницы между максимальной оценкой и минимальной. Нижней границей доверительного интервала будет (минимум + квартиль), верхней – (максимум – квартиль).

5. Далее всем экспертам рассылаются результаты. Они изучают их, в частности комментарии других экспертов. Проводится второй тур, в котором эксперт может как остаться при своем мнении, так и поменять его. Свою новую оценку эксперт должен прокомментировать.

6. По новым данным вновь вычисляются все характеристики из пункта 4. Пункты 4–6 повторяются до тех пор, пока эксперты не придут к общему мнению. Критерием этого может быть, например, длина доверительного интервала – как только он станет меньше, чем заранее заданная величина, голосование прекращается.

Метод моделирования

Моделирование – это один из наиболее эффективных методов экологического прогнозирования. В частности, пространственные модели играют все большую роль для исследований последовательного гетерогенного изменения экологических ресурсов (параметров).

Модель – это абстрактное представление системы или процесса. Идея моделирования заключается в замещении изучаемого объекта его аналогом.

Модели могут быть различных типов:

– физические – это материальное воплощение объекта или системы для изучения, но в меньших масштабах. Например, экологи строят модели потоков, прудов и т. д.;

– информационные модели представляют характеристики объекта в виде данных в некой системе;

– математические – формализуют закономерности динамики объекта в виде численных соотношений.

При математическом моделировании реализуется фундаментальное понятие наблюдаемости, которое можно трактовать как возможность для внешнего наблюдателя получать информацию о прошлом состоянии объекта, на ее основе предвидеть его поведение в будущем и управлять им.

Эволюция математических моделей представлена в табл. 1.

Таблица 1

Эволюция моделей

Этапы	Развитие экологического моделирования	Соответствующее развитие технологии
1900–1959	Модели Лотки – Вольтерра Матричные модели Лесли	Аэрофотографии
1960–1970	Первые модели развития экосистем Международная биологическая программа (IBP) Модели популяций	Аналоговые компьютеры
1970–1980	Модели лесных экосистем (JABOVA/FOREST) Модели водных бассейнов Первые модели ландшафтов	Цифровые компьютеры
С 1980	Динамические модели Пространственные точные модели Циркуляционные модели Интегрированные эколого-экономо-социальные модели	Географические информационные системы Персональные компьютеры Супер компьютеры

Модели позволяют точнее определить и сформулировать проблемы. Они обеспечивают необходимые для анализа данные и связность результатов, а также позволяют нам предсказывать.

В экологических исследованиях модели служат определенным инструментом, но не являются целью сами по себе. Так как наши знания об экологических процессах в системах всегда неполные, модели имеют относительный характер. Большинство моделей служат, чтобы подтвердить или опровергнуть наши гипотезы о структуре или динамике систем.

Для исследователей экологических вопросов моделирование является важнейшим инструментом по следующим причинам:

- на территории больших и сложных масштабов трудно и иногда невозможно провести необходимые экспериментальные исследования;
- эксперименты в пределах больших ландшафтов с значительным количеством переменных затратные и логистически трудно выполнимые;
- в небольших ландшафтах возможны эксперименты и наблюдения за насекомыми или мелкими млекопитающими. Тем не менее возможны проблемы при экстраполяции результатов на более масштабный уровень;
- возможность моделирования и прогнозирования негативных воздействий на экосистемы (пожары, засухи, загрязнение среды и т. д.).

ТЕМА 5. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

5.1. Инновации, виды инноваций

Термин «инновация» (innovation) в применении к социально-культурной сфере деятельности впервые появился во французском языке в 1297 г., в английском – в 1553 г. как определение нового в языке и праве. Подчеркивая новизну, он употреблялся применительно к лингвистике, ботанике, процессуальному праву. В XIX в. термин получил распространение как определение элемента культуры, заимствованного из другой этнической среды, а затем, становясь многоаспектным, употреблялся в различных языках для обозначения нового. Его основные смысловые варианты – инновация как процесс и инновация как результат. В научное обращение данный термин в XX в. ввел австрийский экономист Й. А. Шумпетер.

Инновационный менеджмент определяется как взаимосвязанный комплекс действий, нацеленный на достижение или поддержание необходимого уровня жизнеспособности и конкурентоспособности предприятия с помощью механизмов управления процессами создания, освоения, распространения и использования инноваций.

В русскоязычной литературе английскому термину «innovation management» соответствуют два равнозначных термина: «управление инновациями» и «инновационный менеджмент».

В настоящее время терминология инновационного менеджмента находится в стадии формирования. Это связано с тем, что он имеет не только управленческие и экономические аспекты, но также аспекты трансформации многих общественных связей. Разнообразные определения понятия «инновация» раскрывают разные стороны как результата, так и процесса ее создания.

В соответствии с документами, разработанными Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)) и принятыми в 2005 г., инновация представляет собой «введение в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара, услуги), процесса, нового метода маркетинга или нового организационного метода в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связях».

Инновация – введенные в гражданский оборот или используемые для собственных нужд новая или усовершенствованная продукция, новая или усовершенствованная технология, новая услуга, новое организационно-техническое решение производственного, административного, коммерческого или иного характера.

Государственная инновационная политика – составная часть государственной социально-экономической политики, представляющая собой комплекс осуществляемых государством организационных, экономических и правовых мер, направленных на регулирование инновационной деятельности.

Инновационная деятельность – деятельность по преобразованию новшества в инновацию.

Инновационная инфраструктура – совокупность субъектов инновационной инфраструктуры, осуществляющих материально-техническое, финансовое, организационно-методическое, информационное, консультационное и иное обеспечение инновационной деятельности.

Инновационно-технологический мониторинг – комплексная оценка уровня технологического развития организации и ее потенциальных возможностей осуществления инновационной деятельности.

Инновационный проект – комплекс работ, направленных на преобразование новшества в инновацию.

Новшество – результат интеллектуальной деятельности (новое знание, техническое или иное решение, экспериментальный или опытный образец и др.), обладающий признаками новизны по сравнению с существующими аналогами для определенного сегмента рынка, практической применимости, способный принести положительный экономический или иной полезный эффект при создании на его основе новой или усовершенствованной продукции или технологии, новой услуги или организационно-технического решения.

Основными задачами инновационного менеджмента являются: планирование и организация инновационной деятельности предприятия, которая включает прикладные исследования, экспериментальные разработки, подготовку и пуск производства, а также деятельность, обеспечивающую создание инноваций – научно-технические услуги, маркетинговые исследования, подготовку и переподготовку кадров, организационную и финансовую деятельность.

Другими важными функциями, связанными с первыми двумя, являются прогнозирование, учет и контроль, анализ и оценка. Сего-

дня инновации рассматриваются как основные движущие силы развития современной экономики в сфере производства и услуг и главные факторы экономического роста.

Особый интерес представляют инновации в высокотехнологичных сферах, где появляется наибольшее количество новшеств. Поэтому управление научно-технической деятельностью в контексте формирования потока инновационных идей – одна из основных задач инновационного менеджера.

Научно-технической считается деятельность, направленная на получение и применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы.

Научные исследования и разработки представляют собой творческую деятельность. Они охватывают фундаментальные и прикладные исследования, разработки.

Под фундаментальными исследованиями понимают экспериментальную или теоретическую деятельность, направленную на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды. Фундаментальные исследования, как правило, не имеют непосредственного практического выхода. В дальнейшем они могут продолжиться прикладными исследованиями.

Прикладные исследования направлены преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Как правило, они базируются на результатах фундаментальных исследований.

Разработки – это работы, направленные на создание новых продуктов, устройств или материалов, внедрение новых процессов, систем и услуг или усовершенствование уже выпускаемых или введенных в действие. Они могут включать конструкторские, проектные, технологические работы, создание опытных образцов, проведение испытаний.

Предпринимательство в сфере наукоемких технологий предполагает, что результаты научных исследований и разработок выступают важным, а иногда и решающим фактором в реализации соответствующих проектов. Однако включение в предпринимательский проект научно-технической компоненты приносит в него дополнительные, принципиально неустранимые риски. Они особенно вели-

ки при проведении фундаментальных исследований, которые обеспечивают создание прорывных инноваций.

Прикладные исследования также связаны с рисками: необходимость получения продуктов и технологий, соответствующих требованиям рынка, характеристики которых достаточно разнообразны и ранее не выдвигались применительно к свойствам материалов, конструкций, алгоритмов.

В процессе инновационной деятельности участвуют различные группы работников.

Разработчики, авторы идеи создают концептуальную основу для инновации и, как правило, осуществляют деятельность, связанную с оценкой технологической реализуемости и новизны идеи, а на последующих стадиях инновационного процесса – участие в процессе оформления прав на созданные ими объекты интеллектуальной собственности и (или) разработке подхода к охране интеллектуальной собственности.

Производственники обеспечивают восприятие идеи и бизнес-идеи инновации и практическую реализацию замысла.

Инвесторы решают вопросы, связанные с привлечением средств, или сами непосредственно осуществляют вложение ресурсов в реализацию инноваций. Иногда в роли инвестора выступает государство (органы государственного управления), особенно в тех случаях, когда инновации связаны с решением задач государственного управления, обеспечения обороноспособности и безопасности страны.

Инноваторы (технологические брокеры, антрепренеры, инновационные предприниматели) являются посредниками между всеми остальными участниками инновационной деятельности.

Фасилитаторы представляют собой организации и учреждения. Они не участвуют в инновационном процессе непосредственно, но определяют условия инновационной деятельности. К фасилитаторам относятся:

- органы государственного управления, которые отвечают за формирование и реализацию государственной научно-технической политики и стратегии инновационного развития страны;
- институты развития, формирующие благоприятный инвестиционный климат для осуществления инноваций;
- образовательные учреждения, где происходит подготовка кадров для инновационной сферы;

– консалтинговые компании, услуги которых позволяют существенно снизить неопределенность в процессе инновационной деятельности и сократить ее риски;

– другие организации и учреждения, участвующие в формировании инновационного климата в стране или регионе.

Центральное место в инновационном процессе занимает инновационный предприниматель. Именно он обеспечивает инициацию и интеграцию всех компонентов инновационного процесса. В то же время характер инновационной деятельности во многом зависит и от фасилитаторов, которые формируют условия для ее осуществления.

Результативность инновационной деятельности во многом зависит не только от выбора направления развития предприятия, но и от внутренней организации инновационной деятельности, определяемой, в первую очередь, конфигурацией инновационного процесса.

Объектами управления в инновационном менеджменте являются процесс внедрения инноваций, деятельность органов управления и финансирования научных исследований и разработок.

К основным видам инновационной деятельности относятся: научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы; технологические работы, подготовка производства и проведение промышленных испытаний; приобретение (продажа) патентов, лицензий, ноу-хау; инвестиционные решения, необходимые для проведения инновационной деятельности; сертификация и стандартизация инновационных продуктов; маркетинговые решения инновационной деятельности; выбор и организация рынков сбыта инновационных продуктов; подготовка и переподготовка кадров для инновационной деятельности.

Основными функциями инновационного менеджмента являются планирование и организация инновационной деятельности предприятия, мотивация ее участников и систематическая оценка ее результатов.

Исходя из специфики инноваций, цели и сферы изменений, вызываемых ими, выделяют следующие группы инноваций:

- технологические инновации (продуктовые и процессные);
- организационные инновации;
- маркетинговые инновации;
- экологические (природоохранные) инновации;
- информационные инновации.

Технологические инновации представляют собой конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового либо усовершенствованного продукта или услуги, введенных на рынке, нового либо усовершенствованного процесса или способа производства (передачи) услуг, используемых в практической деятельности. Инновация считается осуществленной в том случае, если она внедрена на рынке или в производственном процессе.

В промышленности и сфере услуг различают два типа технологических инноваций: продуктовые и процессные.

В *промышленности* выделяют следующие определения:

1. Продуктовые инновации предполагают разработку и внедрение технологически новых или усовершенствованных продуктов. Внедрение нового продукта определяется как радикальная продуктовая инновация, если касается продукта, предполагаемая область применения которого, функциональные характеристики, свойства, конструктивные или использованные материалы и компоненты существенно отличают его от ранее выпускавшихся продуктов. Такие инновации могут быть основаны на принципиально новых технологиях либо на сочетании существующих технологий в их новом применении. Технологическое усовершенствование продукта (инкрементальная продуктовая инновация) затрагивает уже существующий продукт, качественные или стоимостные характеристики которого были заметно улучшены за счет использования более эффективных компонентов и материалов, частичного изменения одной или ряда технических подсистем (для комплексной продукции).

2. Процессные инновации – это освоение технологически новых или значительно усовершенствованных производственных методов, включая методы передачи продуктов. Инновации такого рода могут быть основаны на использовании нового производственного оборудования, новых методов организации производственного процесса или их совокупности, а также на использовании результатов исследований и разработок. Такие инновации, как правило, нацелены на повышение эффективности производства или реализации уже существующей на предприятии продукции, но могут предназначаться также для производства и поставки технологически новых или усовершенствованных продуктов, которые не могут быть произведены или поставлены с использованием обычных производственных методов.

В сфере услуг к данной группе инноваций применяют следующие определения:

1. Продуктовые инновации включают разработку и внедрение принципиально новых услуг, совершенствование существующих услуг путем добавления новых функций или характеристик, значительные улучшения в обеспечении услугами (например, с точки зрения их эффективности или скорости).

2. Процессные инновации охватывают разработку и внедрение технологически новых или значительно усовершенствованных методов производства и предоставления услуг.

Измерение процессных инноваций осуществляется дифференцированно с выделением новых или значительно усовершенствованных методов производства товаров и услуг, производственных методов материально-технического снабжения, поставки товаров и услуг, методов во вспомогательных видах деятельности, таких как техническое обслуживание и ремонт, операции по закупкам, бухгалтерский учет и компьютерные услуги.

Процессные инновации, как правило, нацелены на снижение издержек производства или деятельности по передаче продуктов, услуг на единицу продукции, повышение качества, эффективности производства или передачи уже существующих в организации продуктов, но могут предназначаться также для производства и передачи технологически новых или усовершенствованных продуктов, услуг, которые не могут быть произведены или поставлены с использованием обычных производственных методов (табл. 2).

Таблица 2

Область проявления	Объекты изменений	Примеры
Новые или значительно усовершенствованные методы производства товаров и услуг	– изменения в производственном процессе; – использование нового производственного оборудования и (или) программного обеспечения в основном производстве; – внедрение новых технологий при производстве товаров или услуг	– ввод в эксплуатацию нового автоматизированного оборудования; – инсталляция системы компьютерного проектирования для разработки продукции

Область проявления	Объекты изменений	Примеры
Новые или значительно усовершенствованные производственные методы материально-технического снабжения, поставки товаров и услуг	<ul style="list-style-type: none"> – совершенствование системы логистики на предприятии; – использование нового производственного оборудования и (или) программного обеспечения для поиска ресурсов, распределения поставок внутри организации и доставки готовой продукции; – внедрение новых технологий в сфере материально-технического снабжения; – существенные изменения в процессах реализации продукции и услуг 	<ul style="list-style-type: none"> – внедрение систем отслеживания товаров, основанных на штрих-кодах или активной радиоиентификации (RFID); – организация трансмодальных или интермодальных перевозок при поставках сырья и материалов; – создание интернет-сервиса по размещению заказов потребителей на производимую продукцию
Новые или значительно усовершенствованные методы вспомогательной деятельности (техническое обслуживание и ремонт, коммуникации и др.)	Использование новых или значительно усовершенствованных технологий, производственного оборудования и (или) программного обеспечения во вспомогательных видах деятельности, не связанных непосредственно с производством товаров, работ, услуг, но направленных на обеспечение производственного процесса	<ul style="list-style-type: none"> – автоматизация процессов диагностики состояния машин и оборудования при проведении планово-предупредительного ремонта; – организация корпоративного университета; – совершенствование корпоративных информационных систем

Продуктовые инновации включают в себя разработку и внедрение в производство технологически новых и значительно усовершенствованных продуктов. Они могут быть основаны на принципиально новых технологиях, на использовании или сочетании существующих технологий либо на использовании результатов исследований и разработок. При этом они могут быть новыми для предприятия, но не обязательно новыми для рынка. Кроме того, не имеет значения, были разработаны инновационные продукты на предприятии или силами других организаций.

Виды продуктовых инноваций представлены в табл. 3.

Таблица 3

Вид продуктовых инноваций	Характеристика инноваций	Примеры
Технологически новый продукт	Осваиваемый в производстве продукт, чьи технологические характеристики (функциональные признаки, конструктивное выполнение, дополнительные операции, а также состав применяемых материалов и компонентов) или предполагаемое использование являются принципиально новыми либо существенно отличаются от аналогичных ранее производимых предприятием продуктов	– телефон – беспроводной телефон; – компьютер (мейн-фрейм) – персональный компьютер – ноутбук; – лампа накаливания – энергоэффективная люминесцентная лампа
Технологически усовершенствованный продукт	Выпускаемый ранее продукт, для которого улучшаются качественные характеристики, повышается экономическая эффективность производства путем использования более высокоэффективных компонентов или материалов, частичного изменения одной или более технических подсистем (для комплексной продукции)	– персональный компьютер на базе процессора нового поколения (Pentium I, Pentium II, Pentium III); – механические часы – кварцевые (электронные) часы; – масляная краска (на основе олифы) – нитроэмали (на основе нитрата целлюлозы)

Проведенные Ассоциацией менеджеров исследования показали, что только за счет организационно-управленческих инноваций в России можно увеличить производительность труда на 80 %.

Организационные инновации наряду с продуктовыми и процессными инновациями выделяют в отдельную группу. Они представляют собой реализованные новые методы ведения бизнеса, организации рабочих мест, внешних связей. Они направлены на повышение эффективности деятельности предприятия за счет снижения административ-

ных и транзакционных издержек, совершенствования организации рабочих мест (рабочего времени) и тем самым роста производительности труда, получения доступа к отсутствующим на рынке активам.

Инновации в ведении бизнеса означают реализацию новых методов организации предпринимательской деятельности:

- разработку и реализацию новой или значительно измененной корпоративной стратегии;

- внедрение современных методов управления организацией (на основе информационных технологий);

- разработку и внедрение на предприятии новых или значительно измененных организационных структур;

- нововведения в использовании сменного режима рабочего времени;

- применение современных систем контроля качества, сертификации товаров, работ, услуг;

- внедрение современных систем логистики и поставок сырья, материалов, комплектующих («точно в срок» и т. п.);

- создание специализированных подразделений по проведению научных исследований и разработок, практической реализации научно-технических достижений (технологических и инжиниринговых центров, малых инновационных фирм);

- внедрение корпоративных систем управления знаниями;

- реализацию мер по развитию персонала (организация корпоративного и (или) индивидуального обучения, создание/развитие структур по обучению и повышению квалификации персонала);

- реализацию новых форм стратегических альянсов, партнерств и иных видов кооперационных связей с потребителями продукции, поставщиками, отечественными и зарубежными производителями;

- передачу ряда функций и бизнес-процессов специализированному подрядчику (аутсорсинг).

Инновации в организации рабочих мест связаны с реализацией новых методов распределения ответственности и полномочий среди сотрудников по выполнению работ в рамках отдельных видов деятельности организации и между видами деятельности (структурными подразделениями), а также новых концепций структурирования деятельности, в том числе интеграции различных ее направлений.

Новые организационные методы *во внешних связях* означают реализацию новых способов организации взаимоотношений с другими

предприятиями: сотрудничества с заказчиками и научными организациями, интеграции с поставщиками, аутсорсинга (субконтрактных отношений) в области производства, обеспечения, распределения ресурсов либо продукции, решения кадровых и вспомогательных вопросов.

К организационным инновациям не относятся изменения в ведении бизнеса, организации рабочих мест или внешних связях, которые основаны на организационных методах, уже применяемых на предприятии. Формулирование управленческих стратегий также само по себе не является инновацией. Однако организационные изменения, реализуемые в соответствии с новой управленческой стратегией, являются инновациями, если они применяются в практике предприятия впервые. При этом предприятие необязательно должно быть первым внедрившим данные организационные инновации.

Маркетинговые инновации разработаны в соответствии с международными стандартами. Это реализованные новые или значительно улучшенные маркетинговые методы, охватывающие существенные изменения в дизайне и упаковке продуктов; использование новых методов продаж и презентации продуктов (услуг), их представления и продвижения на рынки сбыта; формирование новых ценовых стратегий. Они направлены на более полное удовлетворение нужд потребителей продукции, открытие новых рынков сбыта, расширение состава потребителей продукции и услуг с целью повышения объемов продаж.

Так, примером маркетинговой инновации в нашей стране является переход на выпуск соков в пакетах в 90-е годы. До этого времени яркая упаковка при производстве соков практически не использовалась. В магазинах продавались отечественные соки в трехлитровых стеклянных банках с жестяными крышками.

Экологические или природоохранные инновации сфокусированы на решении ключевых экологических проблем современного общества: изменение климата, энергосбережение, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение продовольственной безопасности, восстановление деградированных экологических систем, обезвреживание и переработка отходов.

Информационные инновации предназначены для решения задач организации рациональных информационных потоков в сфере научно-технической и инновационной деятельности, повышения достоверности и оперативности получения информации.

5.2. Правовая база

Правовые основы инновационной деятельности в Республике Беларусь установлены в законе № 425-З от 10 июля 2012 г. «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь».

В соответствии с законом государственная инновационная политика – составная часть государственной социально-экономической политики, представляющая собой комплекс осуществляемых государством организационных, экономических и правовых мер, направленных на регулирование инновационной деятельности. Инновационная инфраструктура – совокупность субъектов инновационной инфраструктуры, осуществляющих материально-техническое, финансовое, организационно-методическое, информационное, консультационное и иное обеспечение инновационной деятельности. Одним из ключевых элементов инновационной инфраструктуры является научно-технологический парк или технопарк. Это субъект инфраструктуры, имеющий среднесписочную численность работников до 100 человек, целью деятельности которого являются содействие развитию предпринимательства в научной, научно-технической, инновационной сферах и создание условий для осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, являющимися резидентами технопарка, инновационной деятельности.

Целью государственной инновационной политики в Республике Беларусь является создание благоприятных социально-экономических, организационных и правовых условий для инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Основными задачами государственной инновационной политики являются:

- обеспечение экономического и социального развития Республики Беларусь за счет эффективного использования интеллектуальных ресурсов общества;
- обеспечение правового регулирования, стимулирующего инновационное развитие национальной экономики;
- формирование и комплексное развитие национальной инновационной системы, обеспечение ее интеграции в мировую инновационную систему с учетом национальных интересов;

– создание благоприятных условий для осуществления инновационной деятельности, в том числе для вложения инвестиций в данную сферу;

– стимулирование авторов (соавторов) инновации;

– стимулирование создания и развития юридических лиц, осуществляющих инновационную деятельность, а также стимулирование деятельности индивидуальных предпринимателей в инновационной сфере;

– содействие созданию и развитию рынка инноваций и инновационной инфраструктуры;

– создание благоприятных условий для доступа субъектов инновационной деятельности к материальным, финансовым и интеллектуальным ресурсам, необходимым для осуществления инновационной деятельности;

– развитие государственно-частного партнерства в сфере инновационной деятельности;

– прогнозирование технологического развития;

– организация подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в сфере инновационной деятельности;

– развитие международного сотрудничества в сфере инновационной деятельности;

– обеспечение государственных интересов (обороны и национальной безопасности) в сфере инновационной деятельности.

Государственная инновационная политика формируется и осуществляется исходя из следующих основных принципов:

– свободы научного и технического творчества;

– защиты интеллектуальной собственности;

– направленности инновационной деятельности на достижение приоритетов социально-экономического развития Республики Беларусь;

– обеспечения эффективного взаимодействия компонентов национальной инновационной системы;

– оптимального сочетания форм и методов государственного регулирования с использованием рыночных механизмов развития инновационной деятельности;

– стимулирования инновационной деятельности;

– экономической эффективности и результативности государственной поддержки субъектов инновационной деятельности, субъектов инновационной инфраструктуры;

– выделения бюджетных средств на конкурсной основе для реализации инновационных проектов.

Инновационная деятельность в стране регулируется государством и осуществляется посредством:

- принятия (издания) нормативных правовых актов в сфере инновационной деятельности;
- подготовки и реализации программ инновационного развития;
- организации прогнозирования технологического развития;
- осуществления технического нормирования и стандартизации.

5.3. Интеллектуальная собственность

Инновации как конечный результат творческого труда, получивший реализацию в новой продукции или технологии, т. е. как творения человеческого разума, его интеллекта, являются объектами интеллектуальной собственности.

Инновации представляют собой важный вид нематериальных активов организации, поэтому чрезвычайно важно предотвратить их несанкционированное использование конкурентами. Организация в результате осуществления инновационной деятельности получает конкурентное преимущество, которое закрепляется в процессе защиты инноваций как объектов интеллектуальной собственности. Таким образом, защита инноваций препятствует получению конкурентами выгод от результатов инновационной деятельности без осуществления соответствующих затрат на разработку и реализацию инноваций. Монополия на владение объектом интеллектуальной собственности позволяет инновационной организации устойчиво извлекать дополнительную прибыль, т. е. получать своего рода технологическую ренту.

Защита инноваций и прав на интеллектуальную собственность является важной задачей управления инновационными процессами. Решение этой задачи позволяет покупать и продавать инновации аналогично тому, как покупаются и продаются другие товары. Защита инноваций, правовая охрана интеллектуальной собственности позволяют осуществлять коммерческую реализацию инноваций, разрабатывать эффективные стратегии на рынках лицензий, решать другие важные управленческие задачи.

В Республике Беларусь создан Национальный центр интеллектуальной собственности, к компетенциям которого относятся:

- разработка совместно с заинтересованными республиканскими органами государственного управления и другими государствен-

ными органами предложений по формированию и реализации государственной политики в области охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- участие в реализации единой государственной политики в области охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- осуществление контроля за соблюдением законодательства в области охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- обеспечение охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- обеспечение реализации законодательства в области коллективного управления имущественными правами;

- осуществление информационной и издательской деятельности в области охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- организация подготовки (переподготовки) и повышения квалификации специалистов в сфере интеллектуальной собственности;

- осуществление международного сотрудничества, обеспечение выполнения международных обязательств Республики Беларусь в области охраны прав на объекты интеллектуальной собственности;

- оказание содействия в пределах своей компетенции деятельности творческих союзов и иных общественных организаций.

В случае нарушения исключительных прав на объекты интеллектуальной собственности (ИС) законодательством Республики Беларусь предусмотрена гражданско-правовая, административно-правовая и уголовно-правовая ответственность.

Защита гражданских прав на объекты ИС осуществляется путем подачи искового заявления в Верховный Суд Республики Беларусь, исключительной компетенцией по рассмотрению споров в сфере ИС обладает судебная коллегия по делам интеллектуальной собственности.

Административно-правовая ответственность за нарушение исключительных прав на объекты ИС предусмотрена ст. 10.15 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях. Протоколы об административных правонарушениях по указанной статье имеют право составлять должностные лица органов внутренних дел, органов Комитета государственного контроля, таможенных органов. Дела рассматриваются единолично судьей районного (городского) суда. В случае совершения преступления в течение года после наложения административного взыскания за такое же нарушение преду-

смотрена уголовно-правовая ответственность за нарушение прав на объекты ИС (ст. 201 Уголовного кодекса Республики Беларусь).

Стимулирование автора (соавторов) инновации, автора (соавторов) объекта интеллектуальной собственности, созданного в процессе осуществления инновационной деятельности, осуществляется на основе закона «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь».

Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель при производстве и реализации новой продукции, производстве и реализации продукции на основе новой технологии, а также при оказании новых услуг, если эти продукция, технология, услуги являются новыми для определенного сегмента рынка, обязаны выплатить вознаграждение автору (соавторам) инновации на основании договора в размере не менее 10 процентов годовой прибыли, полученной ими от реализации этой продукции и оказания этих услуг, в течение пяти лет с момента начала реализации продукции, оказания услуг.

Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель при производстве и реализации усовершенствованной продукции, производстве и реализации продукции на основе усовершенствованной технологии, а также при использовании новых организационно-технических решений производственного, административного, коммерческого или иного характера обязаны выплатить вознаграждение автору (соавторам) инновации на основании договора в зависимости от экономической значимости данных действий.

Юридическое лицо, индивидуальный предприниматель, являющиеся обладателями исключительных прав на объекты интеллектуальной собственности, созданные в процессе осуществления инновационной деятельности (за исключением средств индивидуализации участников гражданского оборота, товаров, работ или услуг), не менее 40 процентов полученных по лицензионным договорам средств, оставшихся в распоряжении этих лиц после уплаты налогов, сборов (пошлин), иных обязательных платежей, направляют на выплату вознаграждений авторам (соавторам) таких объектов интеллектуальной собственности.

Юридическое лицо при использовании инновации в случае, когда не предполагается получение прибыли (дохода) от ее использования, а достигается иной социально значимый результат, на основании договора обязано выплатить автору (соавторам) этой инновации единовременное вознаграждение.

ТЕМА 6. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

6.1. Государственная научно-техническая политика Республики Беларусь

Цели, приоритеты и содержание национальной политики в области научных исследований, технологий и инноваций определены государственным курсом развития, утвержденным Президентом и Правительством Беларуси. В его основе – *переход к инновационной экономике, экономике знаний*. Концептуальные положения, предусматривающие стратегические цели инновационного развития и реализацию таковых, определены в Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы (далее – ГПИР 2021–2025).

В документе отмечается, что государственная инновационная политика является составной частью государственной социально-экономической политики и направлена на создание благоприятных социально-экономических, организационных и правовых условий для инновационного развития и повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Проектом Концепции определена следующая цель ГПИР 2021–2025 – достижение Республикой Беларусь уровня инновационного развития стран-лидеров в регионе Восточной Европы на основе реализации интеллектуального потенциала белорусской нации.

Для достижения поставленной цели в рамках ГПИР 2021–2025 предусматривается решение следующих основных задач:

1. Формирование лучших в регионе Восточной Европы условий осуществления и стимулирования научно-технической и инновационной деятельности на основе имплементации передовых мировых практик.

2. Создание новых и ускорение развития существующих высокотехнологичных секторов экономики.

3. Обеспечение инновационного развития традиционных отраслей национальной экономики на уровне ЕС на основе повышения наукоемкости производств.

4. Расширение присутствия и закрепление позиций Республики Беларусь на мировых рынках наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

К основным направлениям государственной инновационной политики на 2021–2025 гг. относятся:

Задача 1. Формирование лучших в регионе Восточной Европы условий осуществления и стимулирования научно-технической и инновационной деятельности на основе имплементации передовых мировых практик.

1. Концентрация государственной поддержки на приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности.

2. Возрождение изобретательства и стимулирование творческой активности ученых на основе формирования полноценного рынка интеллектуальной собственности.

3. Ускоренное развитие инфраструктуры в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности.

4. Формирование комплексной системы преференциальных режимов и механизмов финансирования, охватывающей все этапы инновационного цикла.

5. Повышение роли и престижа «креативного класса» (ученых, разработчиков, рационализаторов и изобретателей, предпринимателей-инноваторов) в качестве ключевого субъекта инновационного и социально-экономического развития страны.

Задача 2. Создание новых и ускорение развития существующих высокотехнологических секторов экономики.

1. Организация разработки и реализации «проектов будущего», прежде всего на основе коммерциализации отечественных разработок.

2. Формирование широкого класса предпринимателей в высокотехнологических отраслях.

3. Сбалансированное развитие высокотехнологического сектора во всех регионах Республики Беларусь, в том числе на основе глубокой технологической переработки местных сырьевых ресурсов.

Задача 3. Обеспечение инновационного развития традиционных отраслей национальной экономики на уровне ЕС на основе повышения наукоемкости производства.

1. Формирование технологического базиса для инновационного развития традиционных секторов национальной экономики на основе повышения привлекательности научно-технических программ.

2. Цифровая трансформация традиционных секторов национальной экономики.

Задача 4. Расширение присутствия и закрепление позиций Республики Беларусь на мировых рынках наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

1. Развитие взаимовыгодного международного научно-технического и инновационного сотрудничества с привлечением в экономику страны технологий мирового уровня и иностранных инвестиций в научно-инновационную сферу.

2. Диверсификация номенклатуры и географической структуры экспорта наукоемкой и высокотехнологичной продукции.

В рамках ГПИР 2021–2025 будут реализованы инновационные проекты, имеющие государственное значение, определенные в соответствии с КП НТП и предложениями заказчиков по «проектам будущего», направленные на развитие существующих и формирование новых секторов национальной экономики. В соответствии с Законом Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь»:

– Президент Республики Беларусь в сфере государственного регулирования инновационной деятельности:

1) определяет основные направления государственной инновационной политики;

2) утверждает государственную программу инновационного развития Республики Беларусь;

3) определяет уполномоченный республиканский орган государственного управления в сфере государственного регулирования инновационной деятельности.

– Совет Министров Республики Беларусь в сфере государственного регулирования инновационной деятельности:

1) участвует в формировании государственной инновационной политики;

2) обеспечивает реализацию государственной инновационной политики;

3) обеспечивает разработку и реализацию государственной программы инновационного развития Республики Беларусь.

– Уполномоченный республиканский орган государственного управления в сфере государственного регулирования инновационной деятельности:

1) проводит государственную инновационную политику, осуществляет регулирование и управление в сфере инновационной деятельности;

2) координирует деятельность республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Совету Министров Республики Беларусь, органов местного управления и самоуправления областного территориального уровня в сфере инновационной деятельности;

3) формирует государственную программу инновационного развития Республики Беларусь и координирует ее реализацию, выступая ответственным заказчиком;

4) содействует созданию и развитию инновационной инфраструктуры;

5) осуществляет научно-методическое обеспечение проведения инновационно-технологического мониторинга;

6) определяет порядок проведения оценки уровня инновационного развития по видам экономической деятельности и уровня инновационного развития административно-территориальных единиц.

– Республиканские органы государственного управления, иные государственные организации, подчиненные Совету Министров Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси в сфере государственного регулирования инновационной деятельности:

1) разрабатывают предложения о направлениях государственной инновационной политики и инновационной деятельности;

2) разрабатывают предложения по совершенствованию механизмов правового, экономического регулирования и стимулирования инновационной деятельности;

3) обеспечивают создание и развитие инновационной инфраструктуры.

– Органы местного управления областного территориального уровня в сфере государственного регулирования инновационной деятельности:

1) обеспечивают формирование и реализацию региональных программ инновационного развития и инновационных проектов;

2) осуществляют контроль за выполнением региональных программ инновационного развития и инновационных проектов, финансируемых за счет средств соответствующего местного бюджета, и целевым использованием этих средств;

3) обеспечивают создание и развитие инновационной инфраструктуры региона.

Ежегодно Президенту Республики Беларусь представляется отчет о ходе реализации ГПИР 2021–2025.

6.2. Инновационная политика предприятия

Все решения предприятия в области инновационной деятельности должны объединяться в рамках инновационной политики. Инновационная политика предприятий должна быть направлена на увеличение производства принципиально новых видов продукции и технологий, расширение сбыта товаров, что требует формирования и развития инновационного предпринимательства. В основе инновационной политики предприятия могут лежать *две модели предпринимательства*.

Классическая модель характеризует предпринимательство традиционное, репродуктивное, рутинное. В условиях такой модели предприниматель приводит в действие внутренние резервы предприятия для увеличения прибыли, повышения рентабельности. Часто успех предпринимательства по этой модели увязывают с субсидированием, протекционизмом со стороны правительства и региональных органов власти.

Инновационное предпринимательство. В условиях данной модели предполагается поиск таких путей развития предприятия, в основу которых положены инновации или новшества, доведенные до стадии конечного использования.

По отношению предприятий к инновациям все предприятия можно разделить на классы:

- инноваторы-лидеры – предприятия, являющиеся инициаторами инноваций, которые затем подхватываются другими предприятиями;
- предприятия, ориентирующиеся на новые научные открытия или пионерные изобретения;
- предприятия, создающие инновации на основе нового способа применения ранее сделанных открытий и изобретений;
- предприятия, создающие базовые инновации;
- предприятия, деятельность которых направлена на создание инноваций-видоизменений;
- предприятия, создающие инновации с целью последующего их применения в одной отрасли;
- предприятия, реализующие инновации для всего народного хозяйства;

- предприятия, реализующие инновации-продукты;
- предприятия, реализующие инновации-процессы.

Инновационные процессы на предприятии протекают при непосредственном участии таких субъектов инноваций, как:

- заказчики – будущие владельцы и пользователи результатов продукта;
- инвесторы – физические или юридические лица, вкладывающие средства в проект;
- проектировщики – специализированные проектные организации, разрабатывающие проектно-сметную документацию;
- поставщики – организации, обеспечивающие материально-техническое обеспечение проекта (закупки и поставки);
- исполнители – организации-исполнители, подрядчики, субподрядчики;
- команда проекта – специфическая организационная структура, возглавляемая руководителем проекта и создаваемая на период осуществления проекта.

Внедрение инновационных разработок в производство происходит, как правило, путем освоения разнообразных инноваций. Эти инновации могут затрагивать все сферы деятельности организации. Следует отметить, что любые достаточно серьезные инновации в одной сфере деятельности организации обычно требуют незамедлительных изменений в сопряженных участках, а иногда и общей перестройки организационных структур менеджмента.

Организации обладают различной восприимчивостью к инновациям. Инновационный потенциал и восприимчивость существенно зависят от параметров организационных структур менеджмента, профессионально-квалификационного состава, промышленно-производственного персонала, внешних условий хозяйственной деятельности и других факторов.

Инновации находятся, с одной стороны, в противоречии со всем консервативным, направленным на сохранение существующего положения, с другой – нацелены на значительное повышение технико-экономической эффективности деятельности организации.

Инновация – элементарная составляющая предпринимательства, свойственная рыночной экономике. Внедрение инноваций представляет собой творческий процесс, а сами инновации являются «первичным ресурсом» предпринимательства в рыночной экономи-

ке. Продуктовые инновации разделяются на производимые по инициативе изготовителей и покупателей.

Работа с инновациями и их внедрение представляются достаточно рискованными мероприятиями. Степень риска при осуществлении различных инноваций различна.

Инновации на частичную модернизацию оборудования и технологии производства, обновление выпускаемой продукции, снижение издержек производства и повышение материальной заинтересованности членов коллектива в результатах труда связаны с незначительным риском и объявляются обязательными условиями неуклонного повышения эффективности производства.

Значительно больший риск представляет внедрение принципиально новых достижений науки и техники, существенно изменяющих техническую базу производства и организацию менеджмента. К их числу относятся не только фундаментальные разработки в области техники и технологии, но и новые организационно-экономические решения.

Говоря об инновациях и способах их внедрения, нельзя забывать о таком немаловажном факторе, как *восприимчивость к инновациям*. Восприимчивость организаций к инновациям сокращается по мере возрастания производства и развития организационных структур, преобладания крупносерийного и массового типов производства. Чем больше объем производства, выше уровень выпускаемой продукции, тем труднее производство поддается перестройке.

Наибольшую восприимчивость к инновациям имеют небольшие узкоспециализированные организации. Они специализированы на удовлетворении конкретных запросов потребителей и обладают способностью гибко перестраиваться в зависимости от характера и темпов развития промышленного производства. Их организационные структуры менеджмента оказываются наиболее мобильными и чувствительными к современным научно-техническим тенденциям и организационно-экономическим новшествам.

Внедрение технических, организационных и экономических инноваций требует адекватных изменений в действующих формах и методах организации менеджмента. Внедрение обуславливает необходимость непрерывности управленческих инноваций. Последнее становится все более важным условием повышения эффективности деятельности организаций.

Достаточно часто организация, внедрив инновации, затем распространяет их на коммерческой основе в других организациях. Скорость их распространения (диффузии) зависит от относительной потребности в инвестициях и эффективности каждой инновации. При этом чем большее число организаций использовало данную инновацию, тем выше потери тех организаций, которые ее не использовали. Это также ускоряет процесс распространения.

Положительный эффект от внедрения инновационных технологий очевиден. Это, как правило, быстрое и существенное повышение производительности труда, равный с продуктовыми и далее более высокий коммерческий эффект, высокая доля прироста производительности. Все это обусловлено совершенствованием технологических процессов. Ввиду того, что технологические инновации обеспечивают снижение затрат на производство, а в дальнейшем и цен, наибольшую выгоду от этих инноваций получают производители, владеющие более высокой долей рынка продаж продукции.

Осуществление инновационной политики в целом предполагает такие операции, как:

- разработка планов и программ инновационной деятельности;
- наблюдение за ходом разработки инновации и ее внедрением;
- рассмотрение проектов разработки инновации;
- проведение единой инновационной политики;
- координация инновационной деятельности в функциональных и производственных подразделениях;
- обеспечение финансовыми и материально-техническими ресурсами;
- обеспечение разработки инновации квалифицированными кадрами;
- создание временных целевых групп для комплексного решения инновационных проблем – от цели до внедрения инновации.

Инновационная деятельность составляет органическую часть маркетинговой деятельности организации, в особенности это относится к организациям, занятым производством наукоемкой продукции. Здесь наблюдается особенно тесное взаимодействие инженерно-технических подразделений с подразделением маркетинга.

Главное в инновационной политике организации – формулирование основной цели разработки инновации, определение срока ее

проведения, оценка результатов в виде конкретных практических целей, сокращение сроков внедрения новой продукции.

Четкая политика в области разработки инновации задает направление сбору информации и выработке предложений, что приводит к настойчивому поиску возможностей и создает мотивацию для групп разработчиков.

Основными целями инновации являются минимизация себестоимости продукции и повышение качества технологических, организационных и кадровых решений.

При внедрении высокоэффективной новой технологии наибольшее значение имеют следующие результаты:

- сокращение доли ручного труда и улучшение условий труда;
- обеспечение непрерывного и стабильного производственного процесса, снижение
 - непроизводственных затрат времени;
 - снижение трудоемкости и материалоемкости на единицу продукции; повышение эффективности использования оборудования;
 - диффузия инновации в других организациях на коммерческой основе.

6.3. Патентная информация. Авторское право и смежные права

«Патентная информация» – это техническая и правовая информация, содержащаяся в патентных документах, которые периодически публикуются патентными ведомствами. Патентный документ включает полное описание действия патентуемого изобретения и формулы изобретения, которые определяют объем охраны, а также более подробную информацию о том, кто запатентовал изобретение, когда оно было запатентовано, и ссылки на соответствующую литературу. Около двух третей технической информации, раскрываемой в патентах, никогда не публикуется в других местах, и весь комплект патентных документов во всем мире включает приблизительно около 40 млн единиц. Это приводит к тому, что патентная информация является единственной самой всеобъемлющей подборкой систематизированных технических данных.

Возникновение правового регулирования интеллектуальной собственности на международном уровне связывают с Парижской кон-

венцией (1883 г.) по охране промышленной собственности, регулированию использования патентов, товарных названий и другого, в том числе мерам по наказанию за их незаконное использование.

Право на интеллектуальную собственность определено в III Международном пакте об экономических, социальных и культурных правах. Наше государство с целью обеспечения защиты отечественного приоритета на изобретения присоединилось к Парижской конвенции с 1 июля 1965 г. В настоящее время законодательство Республики Беларусь отражает содержание и направленность большинства международных правовых актов в этой области.

Центральное место при заграничном патентовании изобретений занимает вопрос о предоставлении так называемого конвенционного приоритета. Речь идет о принятии во внимание даты первоначальной заявки на патентование в одной из стран-участниц конвенции, которая определяется в пределах не более одного года со дня подачи этой заявки. Исходя из этого, новизна изобретения определяется по дню первоначальной заявки, а не по дню заявки в данной стране.

Этот льготный год (один год) дает возможность определить коммерческие возможности использования изобретения (например, продажа лицензии), более тщательно провести подготовку материалов, необходимых для оформления заявки за границей, осуществить рекламу изобретения и т. д. Конвенция предусматривает предоставление временной (в течение одного года) охраны изобретениям, если они экспонируются на международных выставках и ярмарках.

Оформление прав на изобретение осуществляется путем получения авторского свидетельства или патента. Авторское свидетельство удостоверяет признание предложения изобретением, приоритет изобретения и авторство лица на полученное им изобретение. Оно имеет территориальное действие, т. е. изобретение, удостоверяемое им, не может беспрепятственно и безвозмездно использоваться и в других странах, если оно там не запатентовано.

Патент – это документ, удостоверяющий авторство и предоставляющий его владельцу исключительное право на изобретение. Под этим подразумевается, что никто не может использовать изобретение без согласия владельца патента. По существу, патент – это титул собственника на изобретение, подкрепляющийся промышленным образцом или регистрацией товарного знака. Согласие на ис-

пользование изобретения в этом случае выражается путем выдачи (продажи) лицензии на частичное использование или полную передачу патентных прав.

В Беларуси все вопросы патентной защиты регулируются Законом Республики Беларусь «О патентах на изобретения, полезные модели, промышленные образцы» (далее – Закон). Закон регулирует имущественные и связанные с ними личные неимущественные отношения, возникающие в связи с созданием, правовой охраной и использованием изобретений, полезных моделей, промышленных образцов.

Патент на изобретение, полезную модель, промышленный образец удостоверяет их приоритет, авторство и исключительное право, которое охраняется государством.

Срок действия патента исчисляется с даты подачи заявки на его выдачу (далее – заявка) в государственное учреждение «Национальный центр интеллектуальной собственности» (далее – патентный орган) и при условии соблюдения требований, установленных настоящим Законом, составляет:

– на изобретение – двадцать лет;

– на полезную модель – пять лет с возможным продлением этого срока патентным органом по ходатайству патентообладателя, но не более чем на пять лет;

– на промышленный образец – десять лет с возможным продлением этого срока патентным органом по ходатайству патентообладателя, но не более чем на пять лет.

Изобретением, которому предоставляется правовая охрана, признается техническое решение в любой области, относящееся к продукту или способу, а также к применению продукта или способа по определенному назначению, которое является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Продукт означает предмет как результат человеческого труда (в частности, устройство, вещество, штамм микроорганизма, культуру клеток растений или животных), способ – процесс, прием или метод выполнения взаимосвязанных действий над материальным объектом (объектами) с помощью материальных средств.

Изобретение является новым, если оно не является частью уровня техники.

Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и других сферах деятельности.

Не считаются изобретениями:

- открытия, а также научные теории и математические методы;
- решения, касающиеся только внешнего вида изделия и направленные на удовлетворение эстетических потребностей;
- планы, правила и методы интеллектуальной деятельности, проведения игр или осуществления деловой деятельности, а также программы для электронно-вычислительных машин;
- простое представление информации.

Не предоставляется правовая охрана в качестве изобретения:

- сортам растений и породам животных;
- топологиям интегральных микросхем.

В соответствии с настоящим Законом не признаются патентоспособными методы оказания медицинской помощи (медицинской профилактики, диагностики, лечения, медицинской реабилитации и протезирования), а также изобретения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Полезной моделью, которой предоставляется правовая охрана, признается техническое решение, относящееся к устройствам и являющееся новым и промышленно применимым.

Полезная модель является новой, если совокупность ее существенных признаков не является частью уровня техники. При установлении новизны полезной модели в уровень техники также включаются, при условии их более раннего приоритета, все поданные в Республике Беларусь другими лицами неотозванные заявки на выдачу патента на изобретение и полезную модель, а также запатентованные в Республике Беларусь изобретения и полезные модели.

Не предоставляется правовая охрана в соответствии с Законом:

- решениям, касающимся только внешнего вида изделия и направленным на удовлетворение эстетических потребностей;
- решениям, противоречащим общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Промышленным образцом, которому предоставляется правовая охрана, признается художественное или художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид и явля-

ющееся новым и оригинальным. При этом под изделием понимается предмет промышленного или кустарного производства.

Промышленный образец признается новым, если он неизвестен из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.

При установлении новизны промышленного образца учитываются, при условии их более раннего приоритета, все поданные в Республике Беларусь другими лицами неотозванные заявки на выдачу патента на промышленный образец, а также запатентованные в Республике Беларусь промышленные образцы.

Промышленный образец признается оригинальным, если особенности внешнего вида изделия обусловлены творческим трудом автора (соавторов) промышленного образца.

Не предоставляется правовая охрана в соответствии с законом:

- решениям, обусловленным исключительно технической функцией изделия;
- решениям, противоречащим общественным интересам, принципам гуманности и морали;
- объектам архитектуры (в том числе промышленным, гидротехническим и другим стационарным сооружениям), кроме малых архитектурных форм;
- печатной продукции как таковой;
- объектам неустойчивой формы из жидких, газообразных, сыпучих и им подобных веществ.

Автором изобретения, полезной модели, промышленного образца признается физическое лицо, творческим трудом которого они созданы.

Патентообладатель (патентообладатели) – лицо, которому выдан патент на изобретение, полезную модель, промышленный образец.

Право на получение патента принадлежит:

- автору (соавторам) изобретения, полезной модели, промышленного образца;
- физическому или юридическому лицу, являющемуся нанимателем автора изобретения, полезной модели, промышленного образца;
- заказчику по договору на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских или технологических работ в отношении созданных при выполнении договора изобретения, полезной модели, промышленного образца, если договором не предусмотрено иное;

– физическому и (или) юридическому лицу или нескольким физическим и (или) юридическим лицам, которым право на получение патента передано;

– правопреемнику (правопреемникам) лиц.

Автору изобретения, полезной модели, промышленного образца принадлежат личные неимущественные и связанные с ними имущественные права. Право авторства (право признаваться автором) является личным неимущественным правом и охраняется бессрочно. Право авторства неотчуждаемо и непередаваемо.

Патентообладателю принадлежит исключительное право на изобретение, полезную модель, промышленный образец. Оно включает право использовать их по своему усмотрению, если это не нарушает права других лиц, разрешать или запрещать их использование другим лицам.

Выдача патента патентообладателю производится патентным органом в течение пяти дней со дня публикации сведений о патенте на изобретение, полезную модель, промышленный образец.

Физические лица, имеющие постоянное место жительства (место пребывания) на территории Республики Беларусь, и юридические лица Республики Беларусь имеют право патентовать изобретения, полезные модели, промышленные образцы в зарубежных странах.

До подачи заявки на выдачу патента на изобретение, полезную модель в зарубежных странах заявитель обязан подать такую заявку в Республике Беларусь и сообщить в патентный орган о намерениях запатентовать изобретение, полезную модель в зарубежных странах.

ТЕМА 7. ПРИРОДООХРАННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

7.1. «Зеленые» инновационные технологии

Природоохранные инновационные технологии сфокусированы на решении ключевых экологических проблем современного общества. К ним относятся:

- изменение климата;
- истощение природных ресурсов;
- обеспечение продовольственной безопасности;
- деградация экологических систем;
- объемы образования и токсичность отходов.

Природоохранные инновационные технологии нельзя рассматривать вне контекста общего научно-технического прогресса. С этой точки зрения можно выделить несколько «прорывных» зеленых технологий, которые активно развиваются и внедрение которых позволяет значительно снизить воздействие на окружающую среду.

Природоохранные технологии с использованием 3D-печати

3D-печать – это производственный процесс, при котором 3D-принтер создает трехмерные объекты путем нанесения материала слоями в соответствии с цифровой 3D-моделью объекта. В настоящее время 3D-печать широко применяется в различных отраслях производственной деятельности: для создания протезных конечностей, строительства домов, печати одежды, электронных деталей, радиоматериалов и т. д. Технологии, основанные на 3D-печати, находят все более активное применение в области охраны окружающей среды. Например, для решения проблемы переработки отходов пластика. Так, компания Perpetual Plastic Project разработала технологию, позволяющую перерабатывать пластмассовые изделия в трехмерные пластиковые печатные материалы.

Компания Rembient использует 3D-печать для создания искусственных рогов носорога и слоновой кости, которые затем могут использоваться как альтернатива природным материалам. Искусственные продукты в перспективе позволят снизить масштабы незаконной охоты и уничтожения диких животных.

Совершенствование качества аккумуляторных батарей

Одним из эффективных направлений снижения экологической нагрузки, прежде всего на урбанизированных территориях, является

переход на использование аккумуляторных батарей, запасующих электрическую энергию, вырабатываемую из возобновляемых источников. Основным фактором загрязнения атмосферного воздуха в городах является транспорт, работающий на ископаемом топливе. Переход на электроснабжение транспорта требует совершенствования качественных параметров аккумуляторных батарей, таких как емкость, скорость зарядки, долговечность, масса и размеры, возможность утилизации и др. Над созданием нового поколения аккумуляторов, обладающих инновационными характеристиками, работает ряд предприятий, в частности компании, принадлежащие Илону Маску. Такие батареи позволяют хранить большое количество энергии, а затем использовать ее для питания любых источников, начиная от электротранспорта и заканчивая бытовым сектором.

Вертикальное сельское хозяйство

Рост населения планеты требует увеличения производства продуктов питания, в том числе за счет освоения новых площадей. Согласно отчету, опубликованному Международным исследовательским институтом продовольственной политики, в 2019 г. в 29 странах мира около 1 млрд человек страдали от недостатка продовольствия. По мере роста количества населения и уменьшения пространства требуются новые методы земледелия. Вертикальные фермы, что предполагает «движение вверх», предлагают больше перспективы в этой области.

Например, ферма Vertical Harvest в Джексоне, штат Вайоминг, представляет собой трехэтажную гидропонную оранжерею 9×45 м. Несмотря на небольшие размеры, ферма способна ежегодно производить около 16 тонн овощей, 2 тонны зелени и 19 тонн томатов. При стандартных технологиях для производства такого объема сельскохозяйственной продукции потребуется площадь в несколько гектаров.

Кроме того, при выращивании продукции в вертикальных теплицах снижается необходимость применения средств защиты растений, что позволяет выращивать экологически чистые продукты.

Опреснение соленой воды

Как правило, очистка и опреснение воды требует энергии, которая еще более тесно связывает нас с ископаемыми видами топлива. Однако в последние годы ученые работают над созданием решений для очистки воды, которые зависят от возобновляемых источников энергии. Если вы хотите сделать воду пригодной для питья и очи-

стить ее от бактерий, то одним из лучших способов является просто оставить эту воду в прозрачной бутылке под прямым солнечным светом и позволить ультрафиолетовым лучам сделать свою работу. Именно так решили ученые из Национальной лаборатории ускорителя SLAC Министерства энергетики США и Стэнфордского университета, разработав устройство, которое активируется солнцем и убивает 99,999 % бактерий всего за 20 минут.

Такой тип технологий приобретает все большее значение при увеличении температуры и обезлесении, что ведет к увеличению масштабов климатических изменений. Необходимы простые, относительно рентабельные решения проблемы наличия питьевой воды.

Разработка автомобилей с нетоксичными выбросами

Как отмечалось ранее, транспортные средства являются крупнейшим источником вредных выбросов. Их распространенность по всему миру и сильная зависимость от ископаемых видов топлива – смертельная комбинация. Если мы сможем решить или, по крайней мере, свести к минимуму эту проблему, это будет большим шагом к сохранению окружающей среды.

Такие изобретатели, как Илон Маск, лидируют в этой области, а Tesla Model S является автомобилем с нулевой токсичностью отработавших газов. К сожалению, сегодня немногие люди могут позволить себе Tesla, поэтому обнадеживает, что другие автопроизводители с более доступными моделями, такие как Toyota и Honda, также уделяют внимание данной проблеме.

Строительство зданий с нулевым углеродным выбросом

Около 40 % потребления энергии в развитых странах приходится на жилые и коммерческие здания. Снижение энергопотребления и энергетических потерь для таких зданий обеспечит значительное уменьшение выбросов парниковых газов (прежде всего диоксида углерода) в окружающую среду. Над этой проблемой работает ряд ведущих мировых компаний, в том числе Net Zero Buildings. Цель экологической политики компании – создание зданий, в частности школ, с нулевыми выбросами в окружающую среду. Эта задача решается двумя основными методами: обеспечение энергопотребления на основе возобновляемых источников и снижение энергетических потерь за счет оптимизации архитектурных решений, эффективной изоляции зданий, использования энергосберегающего оборудования и изменения экологического сознания и поведения жильцов.

7.2. Инновационные технологии переработки промышленных отходов

Отходы – это одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе потенциальную опасность для здоровья людей, а также для окружающей природной среды. Во многих странах до сих пор существует недопонимание всей серьезности ситуации, связанной с твердыми бытовыми отходами, в связи с чем нет строгого регламента, а также необходимых нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы, связанные с отходами. Отходы – вещества (или смеси веществ), признанные непригодными для дальнейшего использования в рамках имеющихся технологий или после бытового использования продукции.

С точки зрения естественных наук, любое вещество теоретически может быть использовано тем или иным образом. Естественным ограничением является экономическая целесообразность использования. Но сегодня отходы можно рассматривать как сырье. Их можно перерабатывать и повторно использовать. На каждого городского жителя приходится от 500 до 800 кг отходов за год. Твердые бытовые отходы разнообразны: древесина, картон и бумага, текстиль, кожа и кости, резина и металлы, камни, стекло и пластмассы.

Существует ряд перспективных инновационных технологий переработки отходов.

Термическая переработка отходов – это процесс, при котором предварительно размельченный мусор подвергается термическому разложению. Преимущество, которым обладает данная технология переработки ТКО (твердых коммунальных отходов) по сравнению с традиционным сжиганием отходов, заключается в первую очередь в том, что данная технология более эффективна с точки зрения предотвращения загрязнений окружающей среды. С помощью термической переработки можно перерабатывать любые составляющие отходов, поскольку при данном способе в мусоре не остается биологически активных веществ, и последующее подземное складирование отходов не наносит вреда окружающей среде. Также при данном способе образуется много тепловой энергии, которую можно использовать для самых различных целей.

Например, одним из инновационных технических решений является термическая утилизация шлама при одновременной выработке

электрической и тепловой энергии. Наряду со шламом можно перерабатывать кусковые коммунальные отходы, например обрезки кустарника, осадок с решетки очистных сооружений или компост. Основой метода является использование запатентованной технологии Pebble Heater в комбинации с газовой микротурбиной, которая осуществляет выработку электрической энергии из тепла горячих дымовых газов без установки пароводяного контура.

Тепло горячих дымовых газов, образующихся при горении, передается через радиально обтекаемый регенеративный теплообменник (так называемый Pebble Heater – нагреватель с галечным теплоносителем) сжатому воздуху, который затем направляется на модифицированную микротурбину для выработки электроэнергии. Оставшееся тепло может подаваться через теплообменник на сушильную установку.

Плазменная переработка – это также новый способ утилизации ТКО, который по существу представляет собой газификацию мусора. Данный способ является наиболее перспективным, поскольку технологическая схема подобного производства не предъявляет каких-либо жестких требований к исходному сырью и позволяет получить вторичную энергию в виде нагретого водяного пара или горячей воды с подачей их конечному потребителю, а также вторичную продукцию в виде гранулированного шлака или керамической плитки. По сути, это и есть оптимальный вариант комплексной переработки мусора, представляющий собой полную экологически чистую утилизацию отходов.

Так, корпорация Westinghouse Plasma Corp. занимается разработкой технологий по преобразованию большого объема потоков разнообразных отходов в чистый синтетический газ, который в дальнейшем можно преобразовать в другие формы энергии.

Технология плазменной газификации идеально подходит для больших потоков разнообразных отходов, включая:

- твердые бытовые отходы;
- отходы оптово-розничной торговли;
- промышленные отходы;
- нефтехимические отходы;
- медицинские отходы;
- золу в результате сжигания мусора.

Чистый синтетический газ, образуемый в результате использования метода плазменной газификации, можно преобразовать в ряд энергетических продуктов, включая:

- электрическую энергию (через газовые турбины и поршневые двигатели);
- тепловую энергию и пар;
- жидкое топливо, включая этанол, реактивное топливо, дизельное топливо, метанол и пропанол.

Для эффективного обращения с отходами и увеличения доли вторичного сырья, попадающего на переработку, нужно автоматизировать процессы и *использовать ИТ-технологии* на всех этапах: при сборе, накоплении, логистике и переработке отходов.

Для эффективного сбора и накопления отходов существуют несколько автоматизированных решений: фандоматы, урны с автоматической сортировкой по фракциям и прессовкой сырья на месте сбора.

Фандоматы – автоматы по приему вторичного сырья, их также называют аппаратами обратного вендинга. Чаще всего они предусматривают вознаграждение для сдающего вторсырья. С помощью фандоматов в основном осуществляется сбор ПЭТ-бутылок и алюминиевых банок. Их преимущество в том, что сырье можно получить в наиболее чистом и пригодном для переработки виде. Фандоматы часто устанавливаются в популярных общественных местах с высокой проходимостью – магазинах и торговых центрах, это помогает вовлечь в процесс раздельного сбора отходов больше людей. Tomra – один из мировых лидеров и первопроходцев в производстве фандоматов.

Урны с автоматической сортировкой по фракциям распознают состав вторичного сырья с помощью искусственного интеллекта, сортируют, прессуют и контролируют уровень заполнения. Bin-e – европейский производитель «умных» мусоросборников. SmartCity Bin – российская разработка урны, прессующей отходы с контролем забора мусора, работает полностью автономно на солнечных батареях.

Для мониторинга наполненности контейнеров для сборов ТКО и ВМР и управления логистикой вывозящих компаний существуют алгоритмы как на зарубежном, так и на белорусском рынке. Датчики определяют уровень наполненности контейнеров, прогнозируют время, когда будет необходим вывоз, а специальный софт оптимизирует логистику. Разработано несколько моделей для решения задачи управления отходами.

Enevo – модели американской компании с филиалами в Европе, предоставляющей подобные ИТ-решения.

Wasteout – российский аналог (предлагает снижение эксплуатационных расходов от 20 до 50 %).

«Большая Тройка» – решение для моделирования движения всех отходов в регионе. Помогает муниципалитетам РФ разрабатывать территориальные схемы по обращению с отходами. Предоставляет региональным операторам софт для управления автопарком мусоровозов. Представители компании в социальных сетях упоминали о том, что ведут разработку датчиков наполненности. Речь идет в первую очередь про автоматизированные решения по промышленной сортировке отходов.

Zen Robotics – используют машинное зрение для определения разных видов материалов и разделения их на конвейерной ленте рукой-роботом. Это решение лучше работает с крупными неизмельченными отходами.

Tomra используют спектральные сенсоры для определения типа материала и разделения их на конвейере. Процесс сепарации происходит пневматическим механизмом: частички отходов разных видов отстреливаются воздушными потоками на разное расстояние, благодаря чему и происходит разделение предметов в пространстве между разными контейнерами.

В ближайшие годы цифровая трансформация на мировом мусорном рынке будет развиваться по нескольким направлениям: городская инфраструктура увидит множество новинок в рамках концепций умного города и интернета вещей, такие как PaaS (платформа как услуга) – сочетание платформы приложения с управляемыми сервисами облачной инфраструктуры, а также SaaS (программное обеспечение как услуга).

Классические мусороперерабатывающие и ИТ-компании планируют совместные проекты. Разработкой Т-решений на мировом мусорном рынке уже занимаются более 50 крупных технологических брендов. Команда Убиратор строит экосистему цифровых сервисов, которая будет сопровождать движение отходов на всех этапах. В ближайшие годы будут запущены:

– система учета и управления производственно-заготовительными предприятиями (пункты приема, где вторсырье прессуется и копится, для дальнейшей продажи на перерабатывающие заводы);

- платежная платформа для сбора вторсырья от физических лиц;
- онлайн-платформа, объединяющая производителей и переработчиков с целью реализации расширенной ответственности производителя.

7.3. Инновационные технологии охраны водных и земельных ресурсов

Одной из наиболее сложных и масштабных задач природоохранной деятельности является очистка и утилизация сточных вод. Разработан ряд инновационных технологий в этом направлении.

Адсорбция

1. Адсорбция на модифицированных природных материалах.

Значительный интерес получили природные цеолиты, обладающие ионообменной способностью, клиноптилолит, проявляющий свойство высокой селективности в отношении некоторых ионов тяжелых металлов, таких как Pb (II), Cd (II), Zn (II) и Cu (II). Различные типы синтетических цеолитов используют для удаления ионов тяжелых металлов, при этом обязательно учитывают значения pH исследуемых систем для повышения селективной адсорбции ионов тяжелых металлов, находящихся в сточных водах гальванического производства. Природные глинистые минералы могут быть модифицированы полимерными материалами, что значительно повышает их селективность. Такие виды адсорбентов называются глинистополимерными композитами.

2. Адсорбция на промышленных побочных продуктах.

Многие промышленные отходы или побочные продукты, такие как летучая зола, железные шлаки, водный оксид титана и другие, могут быть модифицированы и использованы в качестве адсорбентов для удаления ионов металлов из сточных вод.

3. Адсорбция на модифицированных отходах сельскохозяйственного и биологического назначения (биосорбция).

В последнее время для очистки сточных вод метод адсорбции ориентирован на применение сельскохозяйственных побочных продуктов в качестве адсорбентов. Очистка гальванических стоков происходит путем связывания и концентрирования ионов тяжелых металлов с неактивными микробными биомассами и последующей их утилизации.

4. Адсорбция на модифицированных биополимерах и гидрогелях.

Биополимеры и гидрогели являются предпочтительными промышленными адсорбентами, поскольку позволяют минимизировать концентрации ионов переходных металлов, широко распространены и экологически безопасны. Содержащие в себе функциональные группы (амины, гидроксилы и др.) биополимеры повышают эффективность поглощения ионов металлов. Модифицированные биополимерные адсорбенты на основе полисахарида (получены из хитина, хитозана и крахмала) также используют для удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод как адсорбенты нового поколения.

Мембранная технология очистки

Электродиализ – метод мембранного разделения, основанный на прохождении ионов в растворе через ионообменную мембрану под действием приложенного электрического поля. Мембраны представляют собой тонкие листы из полимерных материалов с анионными или катионными характеристиками. При прохождении ионов в растворе через отсеки электролизера анионы мигрируют в направлении анода, а катионы – в сторону катода, пересекая анионообменные и катионообменные мембраны соответственно. Эксперименты были проведены также для разделения ионов цинка, свинца и хрома. Было установлено, что производительность электродиализатора практически не зависит от типа ионов и зависит только от условий эксплуатации. Применение мембранных технологий является прогрессивным решением также для очистки воды от бактерий и взвешенных частиц при ее вторичном использовании, для подготовки питьевой воды или для переработки ливневых стоков. Высокий фильтрационный ресурс позволяет экономить средства и производственные площади за счет сокращения фильтрующей поверхности мембран. Это идеальное средство для сооружения новых компактных очистных систем и повышения пропускной способности действующих очистных комплексов.

Преимущества мембранной технологии:

- особо тонкая, беспрецедентно надежная очистка на микронном уровне, очищающая воду от примесей до практически абсолютной чистоты;
- исключительная компактность всей очистительной системы;
- отсутствие мощных пескофильтров и ультрафиолетовой установки в связи с их ненадобностью.

Технология биофильтрации

Биофильтрация применяется там, где обычные способы очистки не дают желаемого результата. При ограниченных производственных площадях, сильно загрязненных стоках или в случае реконструкции имеющихся очистных сооружений целесообразно применение как обычной малозатратной биофильтрации, так и для глубокой очистки водостоков. Этот метод очистки наиболее предпочтителен в местах с высокой стоимостью земли.

Преимущества биофильтрации:

- очистные сооружения, функционирующие на основе этой технологии, имеют значительно меньшие размеры по сравнению с традиционными очистными сооружениями;
- надежность при критических задачах;
- идеальный метод очистки для загрязненных водоемов;
- незначительные инвестиции и эксплуатационные расходы.

Инновационные технологии в области управления земельными ресурсами акцентированы на разработку методов *рекультивации земель*.

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Согласно ЭкоНиП рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

Рекультивация земель выполняется землепользователями или иными субъектами хозяйствования с целью приведения земельных участков, предоставленных им в установленном порядке, в состояние, пригодное для использования по целевому назначению.

В зависимости от последующего целевого назначения нарушенных земель выделяют следующие направления рекультивации:

- сельскохозяйственное – осуществление комплекса работ по приведению нарушенных земель в состояние, пригодное для культивирования (выращивания, возделывания) растений в целях получения продукции растениеводства;
- лесохозяйственное – подготовка нарушенных земель для создания лесных насаждений;

– водохозяйственное – создание на рекультивированных землях водоемов различного назначения (противопожарных, для орошения, водопоя скота, рыборазведения и т. д.);

– рекреационное – создание на рекультивированных землях зон и мест отдыха, озелененных территорий;

– природоохранное – подготовка поверхности нарушенных земель для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима;

– строительное – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для строительства.

Рекультивация нарушенных земель для последующего сельскохозяйственного, лесохозяйственного, водохозяйственного, рекреационного, природоохранного использования, требующего восстановления плодородия почв, осуществляется последовательно в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации нарушенных земель включает работы, необходимые для формирования рельефа местности и потенциально плодородного слоя почвы, и предусматривает следующие основные стадии:

– формирование и планировку поверхности и форм рельефа (выполаживание, террасирование откосов отвалов и бортов карьеров, засыпку и планировку шахтных провалов, поверхностей прогибов, вертикальную планировку, профилирование, ликвидацию западин, понижений и др.);

– строительство и (или) реконструкцию, восстановление гидротехнических и мелиоративных сооружений, необходимых для поддержания (регулирования) гидрологического режима земель и предотвращения ухудшения их качества;

– химическую мелиорацию земель (известкование, гипсование, внесение сорбентов, кислование), формирование потенциально плодородного корнеобитаемого слоя и окультуривание земель (удаление пней, камней, разделка кочек, дернины и др.) для последующего этапа биологической рекультивации.

Биологический этап рекультивации нарушенных земель включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление процессов почвообразования, улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы [22].

Биологический этап – это завершающая часть проекта рекультивации, которая включает систему земледелия, озеленение, лесное строительство, биологическую очистку почв, агромелиоративные и фиторекультивационные мероприятия, направленные на восстановление процессов почвообразования, повышения самоочищающей способности почвы и воспроизводства биоценозов. Биологическим этапом заканчивается формирование культурного ландшафта на нарушенных землях.

На этапе биологической рекультивации обеспечиваются биологическая доочистка почв, формирование плодородного слоя и оструктурирование почвы, накопление гумуса и питательных веществ.

В настоящее время разработан ряд методов биологической рекультивации земель:

1. Биорекультивация почвы с использованием универсальной многоцелевой технологии многослойного мата торфяного (ММТ) [24].

Система ММТ представляет собой органогенную конструкцию на основе торфа и/или торфяных смесей, предназначенную для формирования защищенного от эрозии плодородного почвенного слоя, несущего в себе семена, а также все необходимые вещества и компоненты для их устойчивой всхожести и формирования дерновой структуры. ММТ обладают повышенной влагоудерживающей способностью и представляют собой многослойную конструкцию, выполненную из размещенных между слоями разлагающихся нетканых полотен из натуральных волокон и скрепленных с ними слоев влагоудерживающего наполнителя в виде торфа и дополнительного компонента. Одним из компонентов структуры ММТ являются дезинфицирующие вещества, одновременно являющиеся азотными удобрениями. Многослойные торфяные маты могут производиться с учетом особенностей рекультивируемых поверхностей. В частности, в случае использования данной технологии для рекультивации почвы и растительного покрова на откосах автомобильных дорог в структуру матов можно внедрять специальный почвенный модификатор (солеустойчивую, самовосстанавливаемую плодородную систему), что крайне важно при ревитализации участков вдоль автодорог, каждую зиму засыпаемых антигололедными реагентами.

2. Лесомелиорация.

Лесомелиоративные (защитные) насаждения выполняют многофункциональную роль в преобразовании, сохранении и восста-

новлении ландшафтов. Они играют исключительную роль в поддержании экологического равновесия.

Лесомелиоративные насаждения бывают полосными, куртинными, колковыми, массивными. Наибольший эффект достигается в том случае, когда насаждения образуют взаимосвязанную систему лесных полос определенной конструкции. При этом окаймляющие защищаемую площадь лесные насаждения расположены друг от друга на расстоянии, обеспечивающем эффективное снижение воздействия неблагоприятных природных факторов и защиту от них всей площади.

3. Производство биомассы для энергетических целей.

В зарубежных странах осадки сточных вод широко применяются для выращивания энергетических культур, в том числе древесных растений, биомасса которых не используется на пищевые цели. В ряде экспериментов исследовалась возможность выращивания устойчивых видов растений на участках, образовавшихся в результате многолетнего внесения сбросных осадков сточных вод. В частности, эксперименты с некоторыми гибридами ивы показали, что деревья могут успешно произрастать на таких землях, в то же время очищая их от загрязнителей.

Возделывание быстрорастущих древесных насаждений и полученных селекционным путем клонов ивы и тополя позволяет получать древесину, которая может быть использована как источник энергии на 4-й год после посадки плантации. Среднегодовой урожай при 3-летней ротации ивы в соответствии с результатами, достигнутыми в ряде зарубежных стран, может достигать до 10–15 тонн сухого вещества с гектара (Швеция, США, Канада, Сербия). Однократно заложенная плантация может быть использована для получения 4–5 урожаев продукции без значительного снижения продуктивности.

7.4. Инновационные методы очистки воздуха

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), загрязнение воздуха ежегодно становится причиной 7 миллионов преждевременных смертей. Это значит, что каждый час умирает 800 человек. Существует ряд инновационных новейших технологий для борьбы с загрязнением воздуха на урбанизированных территориях:

Специальные краски для очистки воздуха

Технология реализована на примере города Мехико, который известен образованием смога, но при этом славится своими фресками. Был разработан инновационный метод очистки воздуха на основе двух этих факторов. Инициатива компании Absolut Street Trees заключается в том, что художники пишут в городе огромные фрески, используя краску Airlite, которая очищает загрязненный воздух посредством процесса, подобного фотосинтезу.

Одна из фресок – гигантское 35-ти метровое дерево – расположенная на оживленном бульваре Пасео-де-ла-Реформа, была создана испанским коллективом Voа Mistura, а мексиканские художники с псевдонимами Revost и Seher One трудятся над написанием еще двух работ. Проект реализуется при поддержке французского производителя алкогольных напитков Pernod Ricard.

Подвергаясь воздействию солнечных лучей, посредством химической реакции краска обогащает окружающий воздух кислородом. Создатели проекта утверждают, что фрески должны ежегодно нейтрализовать объем загрязнения, равносильный выбросам 60 000 автомобилей. Краска сохраняет свои свойства около 10 лет.

BioSolar leaf – «Биосолнечный лист»

Ученые Королевского колледжа Лондона сотрудничают со стартапом Arborea в разработке первого в мире «биосолнечного листа» (BioSolar Leaf) – крупных панелей, покрытых крошечными растениями, которые впитывают углекислый газ и выделяют кислород того же объема, что и 100 деревьев. Система культивации также производит органическую биомассу, из которой Arborea добывает пищевые добавки для пищевых продуктов на растительной основе.

Около двух миллионов лондонцев живут в условиях высоких уровней загрязнения, и власти города утверждают, что они решительно настроены побороть проблему с этими токсинами. «Загрязнение воздуха – одна из наиболее острых проблем Лондона», – говорит профессор Королевского колледжа Нил Алфорд. – «Путем внесения изменений в генеральный план Белого города мы продвигаем устойчивые решения, которые потенциально могут улучшить экологическое состояние западного Лондона, Великобритании в целом и всего мира».

CityTree

Живые стены из мха немецкого стартапа Green City Solutions, построенные на деревянных лавках, представляют собой первый

в мире интеллектуальный биотехнологический воздушный фильтр, в то же время обеспечивая рекреационное пространство для отдыха.

Стена состоит из разных видов мха, которые естественным образом поглощают загрязняющие воздух вещества. Мох располагается в укрытии тенистых растений, что позволяет ему благополучно произрастать во враждебной городской среде. Солнечные панели обеспечивают электроэнергией конструкцию, которая собирает дождевую воду и перераспределяет ее по встроенной системе ирригации. Вдобавок живые стены создают охлаждающий эффект для окружающих территорий.

Способность некоторых видов мха отфильтровывать загрязнители наподобие дисперсного вещества и оксидов азота из воздуха делает их идеальными природными очистителями. Но в городах, где очищение воздуха является серьезной проблемой, мхи практически неспособны выживать ввиду их потребностей во влаге и тени. Эту проблему можно решить путем совмещения различных видов мха с полностью автоматизированной системой подачи воды и питательных веществ, основанной на уникальной технологии «интернет вещей». Стена может поглотить такой же объем загрязнения, что и сотни деревьев, занимая при этом меньшую долю площади земли.

В 2020 году риэлтерская компания The Crown Estate провела установку такой стены возле оживленной площади Пикадилли в Лондоне. Система также была опробована в Париже и Берлине.

Специальные кровельные гранулы

В Соединенных Штатах производственный конгломерат 3M разработал гранулы, уменьшающие количество смога и превращающие кровельную плитку в поверхность, которая борется с загрязнением. Кровельные гранулы часто используются для перекрытия крыш и защиты от ультрафиолетовых лучей, помогая поддерживать строения в прохладе и, соответственно, делая их менее зависимыми от кондиционирования воздуха.

3M разработали новый вид гранул с фотокаталитическим покрытием, которое активируется при попадании на него ультрафиолетовых лучей от Солнца. Гранулы производят вещества, связывающие присутствующие в воздухе химикаты смога, впоследствии преобразуя их в водорастворимые ионы, которые со временем смываются.

В результате испытаний, проведенных Национальной лабораторией Лоуренса в Беркли, было заключено, что крыши среднего раз-

мера, покрытые такими гранулами, очищают воздух от загрязнения так же, как и три дерева.

«Мы считаем, что интегрирование технологии по уменьшению смога в производство кровельных материалов является отличным шагом для повышения качества воздуха и противодействия изменению климата», – говорит Джонатан Парффри, основатель и генеральный директор некоммерческой организации Climate Resolve.

Инновационные методы очистки выбросов промышленных предприятий

Наряду с существующими методами очистки воздуха (газов) от загрязняющих веществ – электростатическими, биологическими, сорбционными, каталитическими, химическими – в последние годы распространение получили плазмокаталитические технологии (ПКТ). Плазмокаталитическая технология первоначально была разработана для очистки воздуха на космических кораблях и является наиболее эффективной и экономичной. В ее основе лежат два способа разложения газообразных загрязняющих веществ до элементарных соединений (CO_2 , H_2O): плазмохимический и каталитический.

Плазмохимический метод

Плазма, как известно, представляет собой газ, молекулы которого ионизированы. Она состоит из многих компонентов: электронов различных энергий, положительных и отрицательных ионов, нейтральных частиц. К нейтральным частицам относятся как молекулы и атомы в основном состоянии, так и молекулы, атомы, радикалы в возбужденном состоянии.

Плазмохимический метод основан на пропускании через высоковольтный разряд воздушной смеси с вредными примесями. Используют, как правило, озонаторы на основе барьерных, коронных или скользящих разрядов либо импульсные высокочастотные разряды на электрофильтрах. Проходящий низкотемпературную плазму воздух с примесями подвергается бомбардировке электронами и ионами. В результате в газовой среде образуется атомарный кислород, озон, гидроксильные группы, возбужденные молекулы и атомы, которые и участвуют в плазмохимических реакциях с вредными примесями. Основные направления по применению данного метода идут по удалению SO_2 , NO_x и органических соеди-

нений. Использование аммиака при нейтрализации SO_2 и NO_x дает на выходе после реактора порошкообразные удобрения $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и NH_4NH_3 , которые фильтруются.

Процесс конверсии вредных веществ происходит по следующему механизму: загрязненный воздух проходит через газоразрядный реактор, в котором происходит разрушение вредных веществ под действием низкотемпературной плазмы и других физико-химических факторов воздействия. В результате этих воздействий также происходит возбуждение молекул, атомов и радикалов, что качественно влияет на работу каталитической ступени очистки.

Каталитический метод

Каталитический способ очистки воздуха представляет собой глубокое окисление продуктов конверсии, образовавшихся в результате прохождения воздуха через плазмохимический реактор. В данном способе применяется низкотемпературный катализатор, который благодаря плазмохимической ступени начинает эффективно работать в диапазоне температур от 20 до 50 °С.

Плазмокаталитическая технология очистки воздуха от газообразных вредных веществ уникальна в силу того, что позволяет производить глубокую очистку всего комплекса токсичных соединений, начиная с низких температур. Кроме того, одновременно с газоочисткой происходит подавление болезнетворной микрофлоры воздуха. Это новый способ очистки, который использует два известных метода – плазмохимический и каталитический. Установки, работающие на основе этого метода, состоят из двух ступеней. Первая – это плазмохимический реактор (озонатор), вторая – каталитический реактор. Газообразные загрязнители, проходя зону высоковольтного разряда в газоразрядных ячейках и взаимодействуя с продуктами электросинтеза, разрушаются и переходят в безвредные соединения, вплоть до CO_2 и H_2O . Глубина конверсии (очистки) зависит от величины удельной энергии, выделяющейся в зоне реакции. После плазмохимического реактора воздух подвергается финишной тонкой очистке в каталитическом реакторе. Синтезируемый в газовом разряде плазмохимического реактора озон попадает на катализатор, где сразу распадается на активный атомарный и молекулярный кислород. Остатки загрязняющих веществ (активные радикалы, возбужденные атомы и молекулы), не уничтоженные в плазмохимическом реакторе, разрушаются на катализаторе благодаря глубокому окислению кислородом.

Преимуществом этого метода является использование каталитических реакций при температурах, более низких (40–100 °С), чем при термокatalитическом методе, что приводит к увеличению срока службы катализаторов, а также к меньшим энергозатратам (при концентрациях вредных веществ до 0,5 г/м³).

В настоящее время широко изучается и развивается *фотокаталитический метод* окисления органических соединений. В основном при этом используются катализаторы на основе TiO₂, которые облучаются ультрафиолетом. Известны бытовые очистители воздуха японской фирмы «Daikin», использующие этот метод. Недостатком метода является засорение катализатора продуктами реакции. Для решения этой задачи используют введение в очищаемую смесь озона, однако данная технология применима для ограниченного состава органических соединений и при небольших концентрациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наука как основная производительная сила современности

Наука современного типа появилась в ответ на запросы развития техники. Совершенствование техники с помощью мышления, логики, эксперимента усилило влияние науки на производство. К. Маркс подчеркивал, что наука необходима как для развития промышленности в целом, так и для изобретения и усовершенствования двигателей, машин и других устройств.

Наука как производительная сила оказывает влияние на орудия и средства труда, а также на интеллект и знания самого человека, увеличивая его власть над природой. В «Капитале» К. Маркс писал, что в результате применения научных изобретений и открытий средства труда приобретут такую материальную форму, при которой произойдет замена сил человека (физических и интеллектуальных) силами природы, а примитивных способов труда – сознательным применением достижений науки. Наука может выступать мощным катализатором совершенствования и изменения производительных сил.

Процесс превращения науки в непосредственную производительную силу начался еще в середине XVIII века и продолжается до сих пор. Этот процесс позволяет утверждать, что сугубо теоретические, абстрактные научные исследования могут приносить конкретный практический результат. К. Маркс, изучая связь науки с экономическими и общественными преобразованиями, пришел к выводу, что связь науки и производства приведет к важным изменениям в жизни общества.

История развития производства показывает, что повышение эффективности производства, увеличение производительности труда, снижение затрат на производство товара невозможно без применения научных достижений. Последователь марксизма Дж. Бернал в труде «Наука и общество» пишет, что только благодаря использованию научных достижений можно добиться расширения автоматизации производства, полного использования материала, сокращения потерь и экономии капитальных затрат в процессе производства, а в результате – снижения себестоимости продукции. Он указывает на тот факт, что промышленность, в свою очередь, содействует науке в техническом оснащении исследований, в постановке про-

блем, а также является источником финансирования науки. В работе «Наука в истории общества» Дж. Бернал, анализируя взаимосвязь науки и производства, подчеркивает, что изменения в производственных отношениях приводят к изменениям в науке. Он говорит, что приход буржуазии к власти, быстрое изменение производственных отношений, как правило, вызывают стремление к усовершенствованию производства и увеличению богатства и мощи господствующего класса. В этот период наука интенсивно развивается. Дж. Бернал пишет, что подъем или упадок науки, ее влияние на производство зависят не только от политических, но и от материальных, технических и экономических факторов.

Возрастание роли науки в экономике связано с углублением и расширением понимания явлений природы, выдающимися научными открытиями (открытие строения атома, теория относительности и др.), а также с предъявлением более высоких требований к научным теориям. В полной мере наука как непосредственная производительная сила сможет реализоваться в высокопроизводительном автоматизированном производстве, когда физические и умственные функции человека будут в основном переданы техническим средствам, созданным на основе достижений науки. При этом надо учесть, что наука становится производительной силой, только преломляясь через личность работника.

Развитие науки и техники служит важной предпосылкой достижения нового качественного состояния общества, осуществления социальных программ, повышения материального и культурного уровня жизни людей. До XIX века конечным результатом научного исследования являлась теория, которая описывала и объясняла изучаемые явления и процессы. Превращение науки в непосредственную производительную силу приводит к изменению данного подхода: ценность научного результата зависит от внедрений научных достижений в промышленное производство с целью получения новых материалов и продуктов, удовлетворяющих потребности людей. Однако следует отметить, что прагматическая связь науки и производства, рассмотрение науки как источника выгоды и пользы наживы усиливают тенденции дегуманизации как науки, так и производства. Примерами тому являются изобретение оружия массового уничтожения, милитаризация экономики, гонка вооружений и др. В связи с этим возрастает социальная ответственность ученых за ре-

зультаты своего научного поиска, а также возникает потребность в осмыслении перспектив взаимодействия науки и производства.

В целом наука существенно изменила образ жизни человека, оказала влияние на развитие новых технологий. В настоящее время в производстве широко применяются электронные устройства, современные средства связи, получения, хранения и передачи информации. Современное общество, опираясь именно на достижения науки и техники, создает принципиально новые условия для трудовой деятельности человека и возможности для его разностороннего развития.

Научно-техническая революция (НТР)

Научно-техническая революция – это коренное, качественное преобразование производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор развития общественного производства. В ходе научно-технической революции, начало которой относится к середине XX века, бурно развивается и завершается процесс превращения науки в непосредственную производительную силу. НТР изменяет весь облик общественного производства, условия, характер и содержание труда, структуру производительных сил, общественного разделения труда, отраслевую и профессиональную структуру общества, ведет к быстрому росту производительности труда и резкому ускорению научно-технического прогресса, оказывает воздействие на все стороны жизни общества, включая культуру, быт, психологию людей, взаимоотношение общества с природой.

Научно-техническая революция – длительный процесс, который имеет две главные предпосылки: научно-техническую и социальную. Важнейшую роль в подготовке НТР сыграли успехи естествознания в конце XIX–начале XX вв., в результате которых произошел коренной переворот во взглядах на материю и сложилась новая картина мира. Данный процесс начался открытиями электрона, радия, превращения химических элементов, созданием теории относительности и квантовой теории и ознаменовал собой прорыв науки в область микромира и больших скоростей. Под влиянием успехов физики в 20-х годах XX века существенным изменениям подверглись теоретические основы химии. Квантовая теория объяснила природу химических связей, что, в свою очередь, открыло перед наукой и производством широкие возможности химического преоб-

разования вещества. Началось проникновение в механизм наследственности, развитие генетики, формирование хромосомной теории.

Революционный сдвиг произошел и в технике, в первую очередь под влиянием применения электричества в промышленности и на транспорте. Было изобретено радио, получившее широкое распространение, начала свое развитие авиация. В 40-х гг. наука решила проблему расщепления атомного ядра, и человечество овладело атомной энергией. Важнейшее значение имело возникновение кибернетики. Исследования по созданию атомных реакторов и ядерного оружия обусловили согласованное взаимодействие науки и промышленности в рамках крупных научно-технических проектов. Это послужило образцом для реализации научно-технических исследовательских программ. Но еще большее значение имел психологический эффект использования атомной энергии – человечество убедилось в колоссальных возможностях науки и ее практического применения. Начался резкий рост ассигнований на реализацию научных программ и создание исследовательских учреждений.

Во второй половине 50-х гг. XX века началось создание общегосударственных органов планирования и управления научной деятельностью. Усилились непосредственные связи между научными и техническими разработками, ускорилось использование научных достижений в производстве. Создавались и получали широкое применение в научных исследованиях, производстве, а затем и управлении электронно-вычислительные машины (ЭВМ), ставшие символом НТР. Их появление знаменовало начало постепенной передачи машине выполнения логических функций человека, а в перспективе – переход к комплексной автоматизации производства, кардинально изменившей роль человека в процессе производства.

На современном этапе своего развития НТР характеризуется следующими основными чертами:

– превращением науки в непосредственную производительную силу в результате слияния воедино новых подходов в науке, технике и производстве, усиления взаимодействия между ними и сокращения сроков от рождения новой научной идеи до ее производственного воплощения;

– новым этапом общественного разделения труда, связанным с превращением науки в ведущую сферу экономической и социальной деятельности, приобретающей массовый характер;

- качественным преобразованием всех элементов производительных сил – предмета труда, орудий производства и самого работника;
- возрастающей интенсификацией всего процесса производства благодаря его научной организации и рационализации, снижению материалоемкости, капиталоемкости и трудоемкости продукции;
- изменением характера и содержания труда, возрастанием в нем роли творческих элементов, превращением процесса производства из простого процесса труда в научный процесс;
- возникновением материально-технических предпосылок преодоления противоположности и существенных различий между умственным и физическим трудом, городом и деревней, непроизводственной и производственной сферами;
- созданием новых потенциально безграничных источников энергии и искусственных материалов с заранее заданными свойствами;
- значительным повышением социального и экономического значения информационной деятельности как средства для обеспечения научной организации, контроля и управления общественным производством, развитием средств массовой коммуникации;
- ростом уровня общего и специального образования и культуры трудящихся;
- возрастанием уровня взаимодействия наук, комплексного исследования сложных проблем, роли общественных и философских наук;
- резким ускорением общественного прогресса, дальнейшей интернационализацией всей человеческой деятельности в масштабе планеты, возникновением экологических проблем и необходимостью научного регулирования системы «общество – природа».

Научно-техническая революция создает предпосылки для возникновения единой системы важнейших сфер человеческой деятельности: теоретического познания закономерностей природы и общества (наука), комплекса технических средств и опыта преобразования природы (техника), процесса создания материальных благ (производство) и способов рациональной взаимосвязи практических действий в процессе производства (управление).

*Инновационная деятельность – основа
социально-экономического развития Республики Беларусь*

Мировой опыт развитых стран доказывает эффективность и неизбежную закономерность инновационного пути развития, яв-

ляющегося залогом обеспечения экономической безопасности и снижения зависимости от конъюнктуры мирового рынка.

Для современного этапа развития Республики Беларусь как страны, нацеленной на структурные изменения в экономике, рост общенационального дохода, интеграцию в общемировое экономическое пространство, развитие инновационной деятельности приобретает стратегическое значение. Этим объясняется выбор республикой инновационного пути развития.

Осознание важности инновационного и технологического развития отечественной экономики со стороны органов государственной власти Беларуси нашло отражение в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, где определено, что основой устойчивого развития и обеспечения социально-экономической безопасности является экономика, базирующаяся на инновациях, эффективном использовании национальных ресурсов и сравнительных конкурентных преимуществах страны.

Большое количество разработанных программных документов и экономическая политика Республики Беларусь, реализуемая на протяжении продолжительного периода, не оказывают ожидаемого влияния на инновационное развитие экономики страны. В связи с этим актуальными являются исследования реализации государственной инновационной политики, инновационной деятельности и определение путей их активизации в национальной экономике Беларуси.

Для рассматриваемого аспекта экономического развития продуктивно использование сравнительного анализа статистических показателей и логическое моделирование. В качестве информационной базы использовались нормативные правовые акты Республики Беларусь в области социально-экономического планирования и развития национальной экономики, данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, Национального банка Республики Беларусь, а также международных финансовых организаций, характеризующих уровень и динамику научных исследований и разработок в отраслевом, региональном и страновом разрезе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев, А. А. Инновационный менеджмент : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. А. Алексеев. – М. : Издательство Юрайт, 2015. – 247 с. – Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс.
2. Бабкина, Е. В. Инновационный менеджмент : учебное пособие / Е. В. Бабкина, П. Б. Пазушкин. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 223 с.
3. Баранчев, В. П. Управление инновациями : учеб. для бакалавров / В. П. Баранчев, Н. П. Масленников, В. М. Мишин. – Москва : Юрайт, 2012. – 711 с.
4. Бубнов, В. П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В. П. Бубнов, С. В. Дорожко, С. А. Лаптёнок. – Минск : БНТУ, 2009. – 266 с.
5. Горфинкель, В. Я. Инновационное предпринимательство [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. Я. Горфинкель, Т. Г. Попадюк ; под ред. В. Я. Горфинкеля, Т. Г. Попадюк. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 523 с. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/7784EF44-C056-4BB8-A3AF-6636AC9F8B18>. – Дата доступа: 15.12.2018.
6. Грозова, О. С. Инновационный менеджмент [Электронный ресурс] : практикум / О. С. Грозова ; под ред. Л. С. Журавлева. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 56 с. – Режим доступа: // <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439199>. – Дата доступа: 15.12.2018.
7. Гусакова, Н. Н. Методы исследований в экологии : краткий курс лекций / Н. Н. Гусакова, Ю. М. Мохонько. – Саратов : «ГАУ им. Н. И. Вавилова», 2014. – 134 с.
8. Инновации для устойчивого развития: обзор по Республике Беларусь / Организация объединенных наций. – Нью-Йорк, Женева, 2017. – 20 с.
9. Исмагилова, Г. В. Инновационный менеджмент : учебное пособие / Г. В. Исмагилова, О. Г. Щемерова, Н. Р. Кельчевская. – Екатеринбург : УрФУ, 2012. – 175 с.
10. Казин, В. Н. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии : учебное пособие / В. Н. Казин, Г. А. Урванцева. – Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2002. – 172 с.

11. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И. М. Качановский (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2015. – 448 с.

12. Лаптёнок, С. А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С. А. Лаптёнок. – Минск : БНТУ, 2013. – 287 с.

13. Методы полевых экологических исследований : учеб. пособие / О. Н. Артаев [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.

14. Методы экологических исследований : учебно-методическое пособие / сост. Е. В. Бирюкова [и др.]. – Рязань : Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2007. – 76 с.

15. Морзак, Г. И. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Г. И. Морзак, С. А. Лаптёнок. – Минск : БГАТУ, 2011. – 210 с.

16. Палей, Т. Ф. Инновационный менеджмент. – 2-е изд., перераб. и доп. – Казань : Изд-во «Фолиантъ», 2011. – 162 с.

17. Родькин, О. И. Экологический менеджмент : учебно-методическое пособие / О. И. Родькин, Ч. А. Романовский, С. С. Позняк. – Минск : РИВШ, 2008. – 252 с.

18. Родькин, О. И. Охрана окружающей среды / О. И. Родькин, В. Н. Копица. – 2-е изд., доп. – Минск : Беларусь, 2010. – 165 с.

19. Сиделев, С. И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию : учебное пособие / С. И. Сиделев. – Ярославль : ЯрГУ, 2012. – 140 с.

20. Солнцев, Л. А. Геоинформационные системы как эффективный инструмент поддержки экологических исследований : учебно-методическое пособие / Л. А. Солнцев. – Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2012. – 54 с.

21. Степанова, И. П. Инновационный менеджмент : курс лекций / И. П. Степанова. – Саратов : Саратовский социально-экономический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2014. – 124 с.

22. Тебекин, А. В. Инновационный менеджмент : уч. для бакалавров / А. В. Тебекин. – Москва : Юрайт, 2012. – 476 с.

23. Фатхутдинов, Р. А. Инновационный менеджмент : учебник. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2003. – 400 с: ил. – Серия: «Учебники для вузов».

24. Анисимов, А. В. Экологический менеджмент : учеб. пособие / А. В. Анисимов, Т. Ю. Анопченко, Д. Ю. Савон. – М. : КноРус, 2013. – 352 с.

25. Экологический менеджмент : учеб. пособие / Н. А. Самойлова. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. – 184 с.

26. Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг : учебное пособие / И. В. Якунина, Н. С. Попов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.

Учебное издание

РОДЬКИН Олег Иванович
ЛАПТЁНОК Сергей Антонович

**ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИННОВАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Пособие
для студентов специальности
1-57 01 02 «Экологический менеджмент
и аудит в промышленности»

Редактор *А. С. Мокрушиников*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 10.03.2022. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 6,45. Уч.-изд. л. 5,05. Тираж 100. Заказ 719.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.