

Министерство образования и науки Российской Федерации
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
Российская Академия Естественных наук

КОМПЛЕКСНОЕ УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Химическая и нефтехимическая промышленность

Учебное пособие

Рекомендовано УМО РАН по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям:

18.04.01, 18.03.01 – «Химическая технология»,
20.04.01, 20.03.01 – «Техносферная безопасность»,
18.04.02, 18.03.02 – «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,
05.03.06 – «Экология и природопользование»,
05.00.00 – «Науки о земле»,
19.00.00 – «Промышленная экология и биотехнологии»,
20.00.00 – «Техносферная безопасность и природообустройство»,
18.00.00 – «Химические технологии»,
38.00.00 – «Экономика и управление»

Москва
2016

УДК 502; 504.064.4; 658.567

ББК 35.09

К 93

Авторы:

Зелинская Е.В. — д-р техн. наук, проф. (общая редакция, главы VI, VII, заключение);

Уланова О.В. — канд. техн. наук, доцент (введение, глава I);

Старостина В.Ю. — канд. техн. наук, доцент (главы II, III);

Салхофер С. — д-р техн. наук, проф. (главы IV, V);

Толмачева Н.А. — с.н.с. (глава VIII);

Федотов П.К. — д-р.техн.наук, доцент (глава VI).

Рецензенты:

Кристенсен Т. — д-р техн. наук, проф., руководитель департамента инженерной экологии (Технический университет, Копенгаген, Дания).

Тьминский В.Г. — канд. геол.-минерал. наук, проф., президент Европейской академии естественных наук (Европейская академия естественных наук, Ганновер, Германия).

Комплексное устойчивое управление отходами. Химическая и нефтехимическая промышленность: учебное пособие. / Е.В. Зелинская

и другие; под ред. Е.В. Зелинской — М.: Издательский дом Академии естествознания, 2016. — 458 стр.

ISBN 978-5-91327-434-2

DOI 10.17513/np.214

В пособии рассматриваются вопросы нормативно-правового регулирования промышленных отходов в химической отрасли на основе анализа зарубежного и российского опыта. Представлена классификация, состав и свойства отходов, наилучшие доступные технологии в химической и нефтехимической промышленности, экологический менеджмент и концепции управления отходами. Освещаются современные методы анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла, а также экономические инструменты управления отходами.

Учебное пособие адресовано сотрудникам предприятий химической и нефтехимической отрасли, госслужащим, специалистам в области обращения с отходами, слушателям курсов повышения квалификации, преподавателям, студентам и всем тем, кто интересуется вопросами управления отходами и наилучшими доступными технологиями.

Библиогр. 243 назв., табл. 34, рис. 16



Tempus

Учебное пособие издано в рамках реализации Темпус-проекта 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири. Сайт: www.tiwasic.de

Данный проект был осуществлен при финансовой поддержке Европейской Комиссии. Содержание данного пособия является предметом ответственности авторов и не обязательно отражает точку зрения Европейской Комиссии.

This project was implemented with the financial support of the European Commission. The content of this book is the sole responsibility of the authors and does not necessarily reflect the views of the European Commission.

© Коллектив авторов, 2016

© ИД «Академия Естествознания»

© АНО «Академия Естествознания»

ISBN 978-5-91327-434-2

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
INTRODUCTION	15
ГЛАВА 1. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	19
1.1. Основы российского законодательства в химической отрасли ..	19
1.1.1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»	19
1.1.2. Лицензирование права эксплуатации химически опасных объектов	20
1.1.3. Организация надзорной деятельности на объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли	20
1.2. Нормативно-правовое регулирование деятельности в химической отрасли	22
1.2.1. Экологическое обоснование проектов химических производств	22
1.3. Нормативно-правовое регулирование обращения с отходами	27
1.3.1. Требования природоохранного законодательства и основные правила обращения с отходами химической отрасли	27
1.3.2. Лицензирование деятельности по обращению с отходами I-IV классов опасности химической отрасли	33
1.3.3. Нормирование образования отходов и лимитов на их размещение на объектах химической отрасли	36
1.3.4. Плата за негативное воздействие на окружающую среду и размещение отходов химической отрасли.....	38
1.3.5. Информационное обеспечение деятельности по обращению с опасными отходами на объектах химической отрасли.....	38
1.4. Европейская практика обращения с промышленными отходами	44
1.4.1. Рамочная директива ЕС в сфере управления отходами.....	44

1.4.2. Директива ЕС по комплексному предотвращению и контролю загрязнений (Директива ККПЗ)	44
1.4.3. Директива ЕС о промышленном загрязнении (о комплексном предотвращении и контроле загрязнения) ...	47
1.4.4. Директива ЕС Seveso по предупреждению промышленных аварий	47
1.4.5. Основные требования к самомониторингу в химической промышленности в Евросоюзе	48
1.5. Международные соглашения в области обращения с опасными отходами	50
1.5.1. Правовое регулирование в области химической безопасности и СОЗ	50
ГЛАВА 2. ВИДЫ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	58
2.1. Анализ химического комплекса РФ	59
2.2. Образование отходов и методы их классификации	66
2.2.1. Классификация по источнику образования на производстве	67
2.2.2. Классификация по агрегатному состоянию	68
2.2.3. Классификация по физико-химическим свойствам	70
2.2.4. Классификация по степени опасности	71
2.2.5. Классификация по направлениям переработки	74
2.3. Неорганические отходы химических производств	75
2.3.1. Отходы производства фосфорной кислоты и фосфорных удобрений	76
2.3.2. Отходы производства калийных удобрений	77
2.3.3. Отходы производства удобрений и азотных соединений	78
2.3.4. Отходы производства минеральных кислот	79
2.3.5. Отходы производства кальцинированной и каустической соды	80
2.4. Отходы переработки соединений простого органического синтеза	81
2.4.1. Отходы нефтехимии и нефтепереработки	82
2.4.2. Отходы коксохимического производства	86
2.4.3. Отходы производства хлорорганических продуктов	88
2.5. Промышленные отходы высокомолекулярных соединений	89
2.5.1. Отходы производства пластмасс	89
2.5.2. Отходы полимерных материалов и производства резины	90

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВ ОТХОДОВ	92
3.1. Общие принципы отбора и подготовки проб к анализу.....	92
3.2. Классификация методов анализа	94
3.2.1. Химические методы анализа	94
3.2.2. Физико-химические методы анализа	99
3.3. Опасные свойства отходов. Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды и здоровья человека	100
3.3.1. Расчетные методы.....	101
3.3.2. Экспериментальные методы (биотестирование)	107
3.4. Обзор основных методов анализа отходов химического производства (Методики, внесенные в государственный реестр методик количественного химического анализа почв и отходов)	110
3.4.1. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом.....	111
3.4.2. Методика измерений валового содержания серы в почвах, грунтах, донных отложениях и отходах турбидиметрическим методом	114
3.4.3. Измерение массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора	120
3.4.4. Методика выполнения измерений массовой доли формальдегида в пробах почв, осадков сточных вод и отходов фотометрическим методом с хромотроповой кислотой.....	135
3.4.5. Методика выполнения измерений массовой доли нитритного азота в почвах, грунтах, донных отложениях, илах, отходах производства и потребления фотометрическим методом с реактивом Грисса	140
3.4.6. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм фосфат-ионов в почвах, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления фотометрическим методом с аммонием молибденовокислым.....	146
3.4.7. Методика выполнения измерений массовых долей хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в почвах, донных отложениях, осадках	

сточных вод и отходах производства и потребления методом хромато-масс-спектрометрии.....	151
3.4.8. Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.....	160
3.4.9. Методика измерений массовой доли анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом.....	168
3.4.10. Методика измерений массовой доли азота нитратов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом.....	172
3.4.11. Методика выполнения содержания влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом.....	178
ГЛАВА 4. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ: КОНЦЕПЦИИ И ИНСТРУМЕНТЫ	181
4.1. Введение	181
4.2. Характеристика потоков отходов	181
4.3. Концепции управления отходами	183
4.3.1. Концепция Zero Waste (Ноль отходов)	183
4.3.2. Концепция Cleaner Production	185
4.3.3. Концепция Green Engineering	187
4.3.4. Концепция Cradle-to-Cradle.....	188
4.3.5. Концепции Industrial Symbiosis и Industrial Ecology	190
4.4. Системы экологического менеджмента	192
4.4.1. Система EMAS	192
4.4.2. Стандарт ISO 14001	193
4.5. Инструменты управления отходами.....	196
4.5.1 Концепция управления промышленными отходами.....	196
4.5.2. Инструмент Eco-mapping	197
ГЛАВА 5. АНАЛИЗ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ	201
5.1. Введение в анализ материальных потоков.....	201
5.2. Методология анализа материальных потоков	203
5.3. Применение анализа материальных потоков.	206
5.3.1. Сферы применения	206

5.3.3 Программное обеспечение для АМП	212
5.4. Оценка жизненного цикла.....	212
5.4.1. Введение в ОЖЦ	212
5.4.2. Методология ОЖЦ	214
5.4.3 Определение цели и области применения.....	215
5.4.4. Инвентаризация	226
5.4.5 Оценка воздействия.....	227
5.4.6 Интерпретация	234
5.4.7. Использование компьютерного инструментария и баз данных.....	235
5.5. Применение ОЖЦ	239
5.5.1. Сферы применения	239
5.5.2. ОЖЦ на промышленном уровне и на уровне компании .	240
5.5.3. ОЖЦ в управлении отходами: анализ кейсов.....	242
ГЛАВА 6. НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	252
6.1. Общее понятие о наилучших доступных технологиях	252
6.1.1. Понятие наилучших доступных технологий. Основные термины и определения	252
6.1.2. Исторический аспект возникновения понятия «наилучшие доступные технологии»	253
6.1.3. Критерии отнесения к категории наилучших доступных технологий	254
6.1.4. Отраслевой и природоохранный подходы в формировании перечня наилучших доступных технологий	254
6.2. Нормативная база разработки, оценки и внедрения НДТ	254
6.2.1. Законодательные и нормативные акты стран ЕС о НДТ	254
6.2.2. Отраслевые справочники НДТ в ЕС, принципы формирования. Регламентирование обращения с отходами в европейских справочниках НДТ	255
6.2.3. Законодательные и нормативные акты Российской Федерации о НДТ. Основные изменения законодательства	256
6.2.4. Создание информационно-технических справочников НДТ в Российской Федерации	256
6.2.5. Роль НДТ в природоохранной деятельности в РФ.....	262
6.3. Справочники НДТ в области обращения с отходами применительно к химической и нефтехимической отраслям в ЕС.....	263

6.3.1. Справочник «Сжигание отходов»	264
6.3.2. Справочник «Обработка отходов»	265
6.3.3. Справочник «Крупнотоннажное производство органических химикатов»	266
6.3.4. Справочник «Производство продукции тонкого органического синтеза»	268
6.3.5. Справочник «Крупнотоннажное производство неорганических химикатов – аммиака, кислот, удобрений»	268
6.3.6. Справочник «Производство специальных неорганических химикатов»	269
6.3.7. Справочник «Крупнотоннажное производство твердых и других неорганических химикатов»	270
6.3.8. Справочник «Хлорщелочная промышленность»	272
6.3.9. Справочник «Производство полимеров»	273
6.3.10. Справочник «Промышленная обработка органическими растворителями поверхностей материалов»	274
6.3.11. Справочник «Обработка поверхностей металлов и пластмасс»	274
6.3.12. Справочник «Обработка сточных вод и отходящих газов, системы менеджмента в химической промышленности»	276
6.3.13. Справочник «Нефте- и газоперерабатывающие заводы»	276
6.3.14. Справочник «Методологии оценки наилучших доступных технологий в аспектах их комплексного воздействия на окружающую среду и экономической целесообразности их внедрения»	277
6.4. Наилучшие доступные технологии по обращению с химическими отходами и отходами химической и нефтехимической промышленности в странах ЕС [13]	278
6.4.1. НДТ: Установки и процессы [13]	280
6.4.2. Наилучшие доступные технологии для обращения с отходами. Потребление и воздействие	286
6.4.3. Наилучшие доступные технологии для обращения с отходами. Способы и технологии	289
6.5. Наилучшие доступные технологии по обращению с химическими отходами и отходами химической и нефтехимической промышленности в Российской Федерации	296

6.5.1. Области применения наилучших доступных технологий в Российской Федерации.....	296
6.5.2. НДТ по обращению с химическими отходами, в химии и нефтехимии	298
6.6. Примеры использования НДТ в практике работы предприятий химической и нефтехимической промышленности для целей регулирования обращения с отходами	316
ГЛАВА 7. ЭКОНОМИКА УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ	317
7.1. Экономические методы управления отходами в России и странах ЕС.....	317
7.1.1. Законодательная и нормативная база использования экономических методов управления отходами промышленных предприятий	317
7.1.2. Сравнительные аспекты экономических методов управления отходами в странах ЕС и РФ	318
7.2. Особенности управления опасными отходами химии и нефтехимии	319
7.2.1. Отходы как экономический ресурс.....	319
7.2.2. Плата за негативное воздействие отходов на окружающую среду	321
7.3. Экономические аспекты внедрения НДТ	323
7.3.1. Экономические показатели воздействия на различные компоненты окружающей среды в соответствии с требованиями справочных документов по НДТ	323
7.3.2. Анализ экономической эффективности альтернативных технологий в химии и нефтехимии	327
7.3.3. Эколого-экономическая оценка при внедрении НДТ на российских предприятиях химической (нефтехимической) отрасли	329
ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	340
8.1. Необходимость внедрения экологического менеджмента на предприятиях.....	340
8.2. Стандарты экологического менеджмента.....	346
8.2.1. Система стандартов серии ISO 9000	346
8.2.2. Система стандартов серии ISO 14000	349
8.2.3. Система EMAS	357
8.2.4. Стандарты ИСО/ТУ 29001	361
8.2.5. Применение международных стандартов в России.....	362

8.2.6. Федеральная система обязательной экологической сертификации	363
8.3. Экологически ориентированный производственный менеджмент	378
8.3.1. Экологические проблемы химической и нефтехимической отраслей	378
8.3.2. Охрана окружающей среды в системе целей предприятия.....	384
8.3.3. Экологическая стратегия и политика предприятия	386
8.3.4. Оценка экологического риска. Его роль и место в системе производственных рисков	389
8.4. Внедрение системы экологического менеджмента по ИСО14001	399
8.4.1. Общие требования	399
8.4.2. Экологическая политика	400
8.4.3. Планирование	401
8.4.4. Внедрение и функционирование системы экологического менеджмента по ИСО14001	406
8.5. Пример внедрения системы экологического менеджмента на предприятиях химической и нефтехимической промышленности	417
8.5.1. АО «АНХК»	417
8.5.2. ОАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ».....	421
8.5.3. ПАО «Нижнекамскнефтехим»	425
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	429
ГЛОССАРИЙ	431
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	439

ВВЕДЕНИЕ

Химическая и нефтехимическая промышленность играет существенную роль в мировой экономике, оказывая значительное влияние на ключевые отрасли промышленности, строительство и сельское хозяйство. Крупнейшие страны мира поддерживают и развивают производство химической и нефтехимической продукции как одного из перспективных направлений развития экономики.

Опережающее развитие отрасли связано с повышением использования химической и нефтехимической продукции во всех секторах экономики. Страны, обладающие дешевыми углеводородными ресурсами, динамично развивают производство крупнотоннажной химической и нефтехимической продукции, обеспечивая себе лидерство в цене. Развитые страны вынуждены все больше производить высокотехнологичную и наукоемкую продукцию, чтобы сохранить конкурентные преимущества на мировом рынке, в частности развивать направления производства продукции из возобновляемого сырья и продукции с повышенными требованиями экологической безопасности.

Объем выпуска продукции мирового химического комплекса в 2012 году составил свыше 3,7 трлн долл. или более 112 трлн руб. При этом на химическую промышленность приходится около 53 % (59 трлн руб.) от общего объема производства химического комплекса. По объему выпуска лидирует Китай, его доля в 2012 году составила около 20 % от общемирового производства. За ним следует США (16 %), Япония (11%) и Германия (7 %).

Химическая и нефтехимическая промышленность играют малую роль в экономике России. Так, если в промышленно развитых странах доля химического комплекса в ВВП в 2012 г. составляла до 9 %, то в России данный показатель составил 1,6%. По ключевым показателям производства и потребления продукции химического комплекса Россия существенно отстает от мировых лидеров. Например, в странах ЕС, в частности, в Германии показатель выработки химической продукции на одного работника практически в 4 раз превышает аналогичный показатель в России, что свидетельствует о недостаточно высоком уровне химизации отечественных отраслей-потребителей продукции химического комплекса.

Одной из целей Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года от 8 апреля 2014 г. является переход

от экспортно-сырьевой модели развития к инновационно-инвестиционной за счет увеличения глубины переработки в химической и нефтехимической промышленности и масштабной модернизации действующих мощностей и создания новых на базе прогрессивных современных технологий [1].

В то же время, химическая промышленность является одной из основных отраслей промышленности, загрязняющих окружающую среду. В Российской Федерации химическая и нефтехимическая промышленность занимает второе место по сбросу промышленных сточных вод среди других отраслей и десятое место среди отраслей по загрязнению воздуха.

Её воздействие на окружающую среду связано с:

- выбросами в атмосферу загрязнителей воздуха, таких как: SO_2 , NO_x , CO_2 , CO , H_2S , углеводороды, включая стойкие органические загрязнители (CO_3);

- сбросами промышленных сточных вод, содержащих все виды токсичных веществ (кислоты, щёлочи, различные цианиды и т.д.) и тяжёлые металлы (ртуть, кадмий, хром, медь, кобальт и др.), воздействующими на деградацию качества поверхностных и подземных вод;

- образованием твёрдых отходов и шламов, включая шлаки, золу, различные остатки, отходы, содержащие мышьяк и асбест и активные шламы биологической обработки сточных вод, воздействующим на отравление почвы совместно с газообразными выбросами и сбросами сточных вод.

В настоящее время на предприятиях химической и нефтехимической промышленности в Российской Федерации не более 20-30 % твердых промышленных отходов и шламов подвергается обработке и рециркуляции. В России в настоящее время эксплуатируются более 1000 крупных химических объектов с большим количеством ядовитых и взрывоопасных веществ. [2].

На территории Байкальского региона, Забайкалья, Приморского края расположен ряд крупнейших и опаснейших производственных объектов химической, нефтехимической и горно-химической отрасли, наиболее опасными среди которых можно назвать следующие: ОАО «Саянскхимпласт», ОАО АНХК», АО «Горно-химическая компания «Бор», Роснефть-Находканефтепродукт, ОАО «Усольехимпром», Приаргунское производственное горно-химическое объединение ОАО «ППГХО».

Комплексное устойчивое управление отходами на химических производствах сложная и актуальная задача, связанная с урегулированием технических, организационных и экономических вопросов, которые должны грамотно и своевременно решать сотрудники, ответственные

за обращение с производственными отходами. Переход отраслей химической промышленности на принципы интегрированного управления отходами и наилучших доступных технологий требует формирования системы профессиональной подготовки специалистов данной отрасли.

Представленное учебное пособие подготовлено в рамках проекта TIWaSiC «Разработка курсов повышения квалификации «Комплексное устойчивое управление отходами» для сотрудников промышленных предприятий и госслужащих регионов Сибири», финансируемого Европейской Комиссией в рамках программы Темпус IV (проект 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES). Программа Темпус IV направлена на развитие многостороннего сотрудничества между вузами, государственными структурами управления и организациями ЕС с одной стороны и странами-партнерами с другой, для модернизации и реформирования высшего образования.

Целью проекта TIWaSiC является усиление роли российских университетов посредством разработки профессиональных курсов повышения квалификации «Комплексное устойчивое управление отходами» для госслужащих и сотрудников предприятий с использованием европейского опыта и наилучших доступных технологий (НДТ).

Миссия курсов повышения квалификации заключается в непрерывном обучении высококвалифицированных специалистов в области устойчивого управления отходами на российских промпредприятиях и компаниях.

В учебном пособии в первой главе рассматриваются основы российского экологического законодательства в химической отрасли, вопросы совершенствования и гармонизации с законодательством Европейского Союза и международным экологическим правом. Особое внимание уделено нормативно-правовому регулированию обращения с опасными отходами на объектах химической отрасли, а также европейской практике обращения с промышленными отходами. Вторая глава посвящена анализу химического комплекса Российской Федерации, ее структуре и основным факторам, определяющим размещение предприятий. Большое внимание уделено образованию отходов и различным типам их классификации. Акцент сделан на основные источники образования отходов на производстве. Рассмотрены основные показатели отходов, позволяющие характеризовать их как опасные и вредные для биосферы. В третьей главе описан регламент проведения анализа отходов производства в соответствии с Федеральными законами ФЗ-89 «Об отходах производства и потребления», ФЗ-7 «Об охране окружающей среды». Даны общие принципы отбора проб и подготовки к анализу. Рассмотрены основные

методы химического и физического анализа отходов. Приведен обзор основных методов анализа отходов химического производства. Четвертая глава рассматривает современные концепции и стратегии управления отходами, как на уровне государств, так и на уровне отдельных субъектов экономики. Представлены преимущества и недостатки различных концепций, ограничения и преимущества их применения.

Пятая глава посвящена ознакомлению с методами анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла, их применению в практике природоохранной деятельности. Детально рассмотрены методические подходы использования данных инструментов анализа и перспективы применения результатов анализа материальных потоков и оценки жизненного цикла для совершенствования системы управления отходами. В шестой главе представлен обзор наилучших доступных технологий в области химической и нефтехимической промышленности и смежных отраслях, а также методологии создания справочников по наилучшим доступным технологиям в Евросоюзе и России. Рассмотрены вопросы внедрения НДТ в практику работы российских предприятий. В седьмой главе рассматриваются вопросы, связанные с экономическими инструментами обращения с отходами, представлены методы экономического стимулирования при рациональной системе обращения с отходами. Отдельное внимание уделено оценке экономической целесообразности и эффективности применения наилучших доступных технологий. В заключительной восьмой главе проведен анализ законодательной и институциональной основы экологического регулирования в Российской Федерации в части экологической сертификации предприятий. Рассмотрены международные стандарты экологического менеджмента, показаны преимущества предприятий, использующих принципы экологического менеджмента, а также система экологического менеджмента, которая регулирует и контролирует этапы производства с целью минимизации нанесения вреда окружающей среде, в том числе, при обращении с отходами. Приведены примеры внедрения системы экологического менеджмента на предприятиях химической и нефтехимической промышленности.

Учебное пособие «Комплексное устойчивое управление отходами. Химическая и нефтехимическая промышленность» адресовано сотрудникам российских предприятий химической и нефтехимической промышленности, госслужащим, консультирующим экспертам, преподавателям, студентам, и всем заинтересованным лицам, проходящим повышение квалификации на профессиональных курсах.

INTRODUCTION

Chemistry and petrochemistry play a significant part in the global economy and affect the other industries. The largest countries of the world support and develop the production of chemical and petrochemical products, which is a promising trend of the economic development.

The advanced industrial development is related to the increase in the use of chemical and petrochemical products in all economic sectors. Countries that possess cheap hydrocarbon resources actively develop the large-scale production of chemical and petrochemical products and achieve the leadership in prices.

The developed countries have to produce more and more sophisticated high-tech products having the competitive advantages in the global market. Particularly, it refers to products based on the renewable raw materials and products meeting high environmental safety requirements.

In 2012, the output volume of the global chemical complex was more than \$3.7 trln (more than 112 trln rub). The chemical industry accounts for about 53% (59 trln rub) of the total output of the chemical complex. In terms of the output, the leaders are China, which had the fraction of the world's output of about 20% in 2012, the United States (16%), Japan (11%), and Germany (7%).

However, the chemical and petrochemical industry plays an insignificant part in the economy of Russia. In 2012, in the industrially developed countries, the fraction of the chemical complex in the GDP was up to 9 % while in Russia it was 1.6%. According to the key indicators of production and consumption, the chemical complex of Russia is far behind the world's leaders. For example, in the EU countries, particularly, in Germany, the output of chemical products per worker is almost 4 times higher than that in Russia, which indicates the insufficient level of chemicalization of the Russian industries that are consumers of chemical products.

In the Strategy of development of the chemical and petrochemical complex for the period until 2030 of April 8, 2014, one of the targets is the transition from the raw-material-export model of development to the innovation-and-investment one by increasing the depth of processing in the chemical and petrochemical industry and the large-scale upgrade of existing capacities and the development of new ones based on advanced technologies [1].

Simultaneously, the chemical industry is one of the main environmental pollution sources. In the Russian Federation, the chemical and petrochemical

industry occupies the second place in terms of wastewater discharge and the tenth place in terms of air pollution among other industries.

Its environmental impact includes:

- the pollutant emissions into the atmosphere (SO_2 , NO_x , CO_2 , CO , H_2S , hydrocarbons, persistent organic pollutants such as CO_3);
- the discharge of industrial wastewater containing all types of toxic substances (acids, alkali, cyanides, etc.) and heavy metals (mercury, cadmium, chromium, copper, cobalt, etc.) into the surface and ground water;
- the formation of solid wastes and sludges including slags, ashes, different residues, arsenic- and asbestos-containing wastes, and active sludge from the biological treatment of wastewater, which are soil pollutants.

Currently, at chemical and petrochemical enterprises of Russia, not more than 20-30% of solid industrial waste and sludge is processed and recycled.

In Russia, more than 1000 large chemical facilities are now operated producing high amounts of toxic and explosive substances [2].

A number of large and hazardous facilities of the chemical, petrochemical, and mining-and-chemical industry are located on the territory of the Baikal region, the Trans-Baikal area, and the Promorskii krai. Among them, the most hazardous are the following ones: JSC Sayanskkhimplast, JSC Angarsk Petrochemical Company, JSC Bor Mining-and-Chemical Company, Rosneft-Nakhodkanefteprodukt, JSC Usol'ekhimprom, JSC Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union.

The integrated sustainable waste management at chemical enterprises is a complex and urgent problem including the technical, organizational, and economic issues in the sphere of industrial waste management that need the competent and timely solutions. The transition of chemical industry to the principles of the integrated waste management and best available techniques requires the formation of the professional training system for specialists in this sphere.

This tutorial was developed as a part of the TIWaSiC project within the Tempus IV Programme (project no. 543962-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES) aimed at the development of the advanced training course on the integrated sustainable waste management for Siberian companies and authorities supported by the European Commission. The Tempus IV Programme is encourages the multilateral cooperation between higher education institutions, authorities, and the EU organizations and the partner countries for the modernization and reform in the higher education.

The aim of the project is the improvement of the role of Russian universities by the development of professional advanced courses on the integrated sustainable waste management for Siberian companies and

authorities to implement the European experience and the best available techniques (BAT).

The mission of the advanced course is the continuous education of highly qualified specialists in the sphere of sustainable waste management for Russian industrial enterprises and companies.

In the first chapter, the fundamentals of the Russian environmental legislation in the chemical industry, the issues of the improvement and harmonization with the legislation of the European Union, and the international environmental law are discussed. Special attention is paid to the legal regulation of the hazardous waste management at facilities of chemical industry and the European practices of industrial waste management.

The second chapter is devoted to the analysis of the chemical complex of Russia, its structure and main factors that determine the location of enterprises. Special attention is paid to the production of waste, its classification, and the main sources of industrial waste. The main parameters of waste to classify it as hazardous and harmful for biosphere are considered.

In the third chapter, the procedure of the analysis of industrial waste in accordance with the Federal Laws FZ-89 on the production and consumption waste and FZ-7 on the environmental protection is described. The fundamental principles of sample selection and sample preparation for the analysis are determined. The general methods for the chemical and physical analysis of waste are considered. An overview of the main methods for the analysis of waste from the chemical production is given.

The fourth chapter is concerned with the current concepts and strategies of waste management both at the national level and at the level of individual economic entities. The advantages and disadvantages of different concepts and the limitations of their application are presented.

The fifth chapter is dedicated to the techniques of the material flow analysis and life cycle assessment and their use in the environmental activities. The methodological approaches to the use of these analysis tools and the prospects of the use of their results for the improvement of the waste management system are observed in detail.

In the sixth chapter, the overview of the best available techniques in the sphere of chemical and petrochemical industry and in the related industries is given and the methodology of development of reference documents on best available techniques in the European Union and in Russia is presented. The problems of the BAT implementation at Russian enterprises are discussed.

In the seventh chapter, the issues related to the economic tools for waste management are considered and the economic incentives in the rational waste management system are presented. Special attention is paid to the assessment

of feasibility and economic efficiency of the implementation of best available techniques.

Finally, in the eighth chapter, the analysis of the legislative and institutional basis for the environmental regulation of the environmental certification of enterprises in the Russian Federation is made. An overview of the international environmental management standards, the advantages for enterprises using the principles of environmental management, and the environmental management system that regulates and controls the production phases with the purpose of minimization of the environmental impact including that in waste management is given. Examples of the implementation of the environmental management system at chemical and petrochemical enterprises are given.

The tutorial «Integrated Sustainable Waste Management. Chemistry and Petrochemistry» is addressed to workers of Russian chemical and petrochemical enterprises, state officials, experts, tutors, students, and all other participants that undergo the advanced training course.