

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет
Социально-экономический факультет
Кафедра экономики и экономической безопасности

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для занятий семинарского типа (лабораторных занятий)

Б1.Б.35 Экономика экологии («Зеленая» экономика)

Специальность 38.05.01 «Экономическая безопасность»

Специализация «Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности»

Разработчик

доцент, к.т.н. Смирнов С.В.

Екатеринбург 2020

Содержание

1. Введение.....	3
2. Перечень и содержание лабораторных занятий.....	5
3. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	31

1. Введение

Экологическое образование и воспитание повышает экологическую культуру человека, развивает у него потребность практического участия в природоохранной деятельности, что необходимо для постоянного сохранения и улучшения условий жизни человека на Земле, решения актуальных проблем, связанных с уменьшением жизненного пространства, приходящегося на одного человека, сохранения и восстановления природы, рационального использования и приумножения природных богатств. Экологические знания в настоящее время приобретают особую значимость в связи с происходящими под влиянием человеческой деятельности негативными изменениями окружающей среды. Существование человеческой цивилизации и дальнейшее ее развитие возможно только при условии формирования качественно новых взаимоотношений в системе "Человек – природа".

Современная экология имеет сложную и разветвленную структуру, включающую около 90 направлений и рассматривающую практически все отрасли человеческой деятельности. Экология, как наука об окружающей среде объединила в себе отдельные разделы естественных, гуманитарных и технических наук. Поэтому ее можно отнести к комплексной интегрирующей науке, развивающейся на пересечении основных научных направлений и привлекающей в научный арсенал их теоретические и практические наработки. Экология, которая по своему происхождению является естественной наукой, приобретает гуманитарно-технологические черты в процессе эволюционного развития и трансформируется в междисциплинарное направление.

Экология является не только интегрированной дисциплиной, где оказываются связанными физические и биологические явления, она образует своеобразный мост между естественными и общественными науками. Она развивается по горизонтали, охватывая все более широкий круг вопросов из различных дисциплин.

«Зеленая» экономика занимает важное место в системе преподавания, поскольку она связана так или иначе, практически со всеми формами человеческой деятельности и затрагивает многообразные примеры, иллюстрирующие основные экологические законы и понятия. В первую очередь это химические и физические процессы, связанные с образованием, обезвреживанием и утилизацией технологических отходов. Этот материал является основой для разработки лабораторного практикума и формирования у студентов соответствующих компетенций.

Целью дисциплины «Экономика экологии («Зеленая» экономика)» является изучение основ общей экологии, методов оценки антропогенного воздействия на окружающую природную среду, подготовка специалистов к участию в реализации научно-обоснованных с точки зрения экологии и охраны окружающей среды принципов и подходов в проектировании, строительстве и эксплуатации систем, объектов, сооружений промышленного и гражданского назначения, воспитание способности оценки своей профессиональной деятельности применительно к рациональному использованию природных ресурсов.

Задачами дисциплины является обеспечение в соответствии с требованиями ФГОС ВО изучения обучающимися:

- основных законов, понятий и принципов функционирования экологических систем;
- взаимосвязи качества окружающей среды и состояния природных экосистем;
- основных противоречий и проблем экологического развития;
- возможных последствий воздействия неблагоприятных антропогенных факторов на биосоциальные системы и условия жизни человека;
- методов экономической и социальной оценки рациональных инженерных решений по предотвращению влияния антропогенных факторов на основе реализации природоохранных мероприятий, отвечающих современным экологическим требованиям.

После окончания изучения дисциплины студент должен:

знать: основные законы, понятия и принципы функционирования экологических систем; основные противоречия и проблемы экологического развития; возможные последствия воздействия неблагоприятных антропогенных факторов на биосоциальные системы и условия жизни человека; примеры рациональных инженерных решений по предотвращению влияния антропогенных факторов на основе реализации природоохранных мероприятий, отвечающих современным экологическим требованиям;

уметь: выявлять взаимосвязи показателей качества окружающей природной среды и состояния природных экосистем; устанавливать возможные последствия воздействия неблагоприятных антропогенных факторов на биосоциальные системы и условия жизни человека, прогнозировать риски производственной деятельности субъектов; оценивать основные экономические показатели инженерных решений, направленных на предотвращение отрицательного влияния антропогенных факторов, на основе реализации природоохранных мероприятий, отвечающих современным экологическим требованиям;

владеть: методами проведения экологического аудита, экологической сертификации производственных объектов и оценки рисков и экономических показателей производственной деятельности субъектов;

иметь представление: о методах проведения экологического аудита, экологической сертификации производственных объектов и оценки рисков производственной деятельности субъектов; о законодательстве в области охраны окружающей природной среды; о государственных и общественных органах и организациях, занимающихся вопросами охраны природы.

По окончании изучения дисциплины студент овладевает следующей **компетенцией.**

Шифр компетенции	Сущность (наименование) компетенции
ПК	Профессиональные компетенции
<i>Контрольно-ревизионная деятельность</i>	
ПК-27	Способность анализировать результаты контроля, исследовать и обобщать причины и последствия выявленных отклонений, нарушений и недостатков и готовить предложения, направленные на их устранение

Дисциплина «Экономика экологии («Зеленая» экономика)» входит в базовый блок.

Общая трудоемкость составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов), в том числе лабораторные занятия 24 часа для очной формы обучения (4 часа – для заочной формы обучения).

2. Перечень и содержание лабораторных занятий

Методические указания к проведению практических занятий разработаны на основе раздела 5 «Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий» рабочей программы дисциплины в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность» (уровень специалитета) и рабочим учебным планом подготовки специалиста по специальности 38.05.01 «Экономическая безопасность».

Целью методических указаний является обеспечение реализации требований, установленных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования. Применение в учебном процессе методических указаний позволяет закрепить теоретический материал, усвоить базовые расчеты по оценке

массы выбросов и сбросов в окружающую среду, оплате за загрязнение окружающей среды. Перечень и содержание практических занятий соответствуют тематическому плану дисциплины.

Перечень и содержание занятий семинарского типа (лабораторных занятий)

Рабочим учебным планом предусмотрен лабораторный практикум.

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество академических часов		Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся
		очное обучение	заочное обучение	
1.	Лабораторное занятие №1. Порядок расчета платы за выброс загрязняющих веществ передвижными источниками	4		1-21
2.	Лабораторное занятие №2. Порядок расчета массы загрязняющих веществ, выносимых неорганизованным поверхностным стоком и расчета платы за загрязнение окружающей среды	8	2	1-21
3.	Лабораторное занятие №3. Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха	6	2	1-21
4.	Лабораторное занятие №4. Экспертная оценка планирования природоохранных мероприятий	6		1-21
Итого		24	4	

Содержание лабораторных занятий

Лабораторное занятие №1. Порядок расчета платы за выброс загрязняющих веществ передвижными источниками.

Задание. Рассчитать валовый выброс вредных веществ (оксида углерода – CO, оксидов азота – NO_x, углеводородов – CH) от автотранспорта по территории города за год.

Лабораторное занятие №2. Порядок расчета массы загрязняющих веществ, выносимых неорганизованным поверхностным стоком и расчета платы за загрязнение окружающей среды.

Задание:

1. Рассчитать массу загрязняющих веществ, выносимых с территории предприятия.

2. Рассчитать платежи предприятия за сброс загрязняющих веществ неорганизованным поверхностным стоком.

Лабораторное занятие №3. Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха

Задание. Определить массы выбросов загрязняющих веществ в зависимости от вида и количества израсходованного топлива, плату за год от загрязнения атмосферы каждым из загрязняющих веществ и суммарные значения этих величин.

Лабораторное занятие №4. Экспертная оценка планирования природоохранных мероприятий

Задание:

1. Провести экспертную оценку методом ранговой корреляции приоритетности реализации природоохранных мероприятий.

2. На основе расчета коэффициента конкордации сделать вывод о согласованности экспертной группы, если мнение окажется согласованным необходимо построить диаграмму рангов.

Лабораторное занятие №1.

Порядок расчета платы за выброс загрязняющих веществ передвижными источниками

В настоящее время одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспортные средства (АТС). На любом предприятии, в том числе и на объектах энергетики, имеется автопарк который загрязняет атмосферный воздух.

В основу методики расчета выбросов вредных веществ автомобильным транспортом заложен нормируемый удельный выброс по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые) и классов (по грузоподъемности, габаритным размерам для автобусов, по рабочему объему двигателя для легковых автомобилей) для каждого типа двигателя (бензиновый, дизельный). При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от ряда наиболее существенных факторов. В результате, в общем виде, расчет массы вредных выбросов, поступающих в атмосферный воздух от АТС средств, производится по формуле:

$$M_i = \sum_i \sum_k \sum_g m_{ijk} \cdot L_{ikg} \cdot \sum K_{ijk}$$

где M_i - масса i -го вредного вещества (оксида углерода - CO, углеводородов - CH, оксидов азота – NO_x и др.);

j - количество групп автомобилей;

k - количество классов автомобилей в данной группе;

g - количество типов двигателей, используемых в данном классе автомобилей данной группы;

m_{ijk} - пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилем j -ой группы k -го класса с g -ым типом двигателя при движении, г/км;

$\sum K_{ijk}$ - произведение коэффициентов влияния факторов на выброс i -го вредного вещества автомобилем j -ой группы k -го класса с g -ым типом двигателя.

По действующей методике для отдельных групп автомобилей учитывают различные коэффициента влияния, в результате чего расчетные формулы для i -го загрязняющего вещества имеют вид:

- для легковых автомобилей k -го класса с двигателем g -го типа

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig}$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i -го вредного вещества легковыми автомобилями k -го класса (с двигателем k -го рабочего объема) с двигателями g -го типа при движении, г/км (см. табл. 1);

L_{kg} - пробег легковых автомобилей k -го класса с двигателем g -го типа, млн.км;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния легковых автомобилей.

Таблица 1.

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ
легковыми автомобилями с бензиновым двигателем, г/км

Рабочий объем двигателя, л	Населенный пункт		
	CO	CH	NO _x
Менее 1,3	11,4	2,1	1,3
1.3 - 1,8	13	2,6	1,5
1,8 - 3,5	14	2,8	2,7

- для грузовых автомобилей k -го класса с двигателем g -го тип

$$M_{ikg} = m_{ikg} \cdot L_{kg} \cdot k_{nig} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig},^T$$

где m_{ikg} - пробеговый выброс i -го вредного вещества грузовыми автомобилями k -го класса (k -ой грузоподъемности) с двигателями g -го типа при движении, г/км (см.табл. 2);

L_{kg} - пробег грузовых автомобилей k-го класса с двигателями g-го типа, млн.км;

K_{nig} - коэффициент учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ грузовыми автомобилями;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния грузовых автомобилей.

Таблица 2.

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, г/км

Грузоподъемность автомобиля или автопоезда, т	Тип двигателя	Населенный пункт		
		СО	СН	NO _x
0,5-2,0	Б	22	3,4	2,6
2,0-5,0	Б	52,6	4,7	5,1
2,0-5,0	Д	2,8	1,1	8,2
5,0-8,0	Б	73,2	5,5	9,2
5,0-8,0	Д	3,2	1,3	11,4

- для автобусов k-го класса с двигателем g-го типа, используемым на перевозках h-го типа

$$M_{ikgh} = m_{ikg} \cdot L_{kgh} \cdot K_{hig} \cdot K_{rig} \cdot K_{tig}, \text{ T}$$

где m_{ikg} - пробеговой выброс I - го вредного вещества автобусом k-го класса (k-го габарита) с двигателями g-го типа при движении, г/км (см.табл.3);

L_{kgh} - пробег автобусов k-го класса с двигателями g-го типа при использовании в качестве маршрутного или на других видах перевозок, млн.км;

K_{kgh} - коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от вида перевозок;

K_{rig} - коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ автобусами при движении по территории населенного пункта;

K_{tig} - коэффициент, учитывающий влияние технического состояния автобусов.

Значения коэффициентов влияния приведены в таблице 4.

Таблица 3.

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами, г/км

Класс автобуса (L)	Тип	Населенный пункт
--------------------	-----	------------------

габаритная длина, м)	двигателя	СО	СН	NO _x
Особо малые (L менее 5)	Б	13,5	2,9	3
Малый (6,0<L<7,5)	Б	44	3,4	6,1
Средний	Б	67,1	5	9,9
	Д	4,5	1,4	9,1
Большой (10,5<L<12)	Б	104	7,7	10,4
	Д	4,9	1,6	10
Особо большой (L>12)	Д	5	1,6	11

Таблица 4.

Значения коэффициентов влияния в формуле

Группа авто транспортных средств	Тип двигат еля	Коэфф ициент ы	Населенный пункт		
			СО	СН	NO _x
Легковые автомобили	Б	K _{rig}	0.87	0.92	0.95
		K _{tig}	1.75	1.48	1
Грузовые автомобили	Б	K _{rig}	0.89	0.85	0.79
		K _{nig}	0.68	0.87	0.67
		K _{tig}	2	1.83	1
	Д	K _{rig}	0.95	0.93	0.92
		K _{nig}	0.68	0.76	0.82
		K _{tig}	1.6	2.1	1
Автобусы	Бмп	K _{rig}	0.89	0.85	0.79
		K _{hl}	0.9	0.96	0.89
		K _{tig}	2	1.83	1
	Дмп	K _{rig}	0.95	0.93	0.92
		K _{hl}	0.89	0.92	0.93
		K _{tig}	1.6	2.1	1

Задание:

Рассчитать валовый выброс вредных веществ (оксида углерода – СО, оксидов азота – NO_x, углеводородов – СН) от автотранспорта по территории города за год. Исходные данные следующие:

- годовой пробег (в млн.км) грузовых автомобилей с бензиновым ДВС – L_x ; грузовых автомобилей дизельных – L_y ; автобусов бензиновых – L_z ; автобусов дизельных – L_w ; легковых автомобилей – L_r (значение годовых пробегов для каждого варианта расчета см. в таблице 5);

- пробеги внутри перечисленных групп автомобилей распределяются пропорционально структуре парка: легковые автомобили с рабочим объемом двигателя менее 1,3 л – 24%, 1,3-1,8 л – 65%, 1,8 л и более – 11%; грузовые с бензиновым двигателем грузоподъемностью 0,5-2,0 т – 18%, 2,0-5,0 т – 68%, 5,0-8,0 – 14%;; грузовые с дизельным двигателем грузоподъемностью 2,0-5,0 т – 80%, 5,0-8,0 т – 20%; автобусы с бензиновым двигателем, в том числе среднего класса (8,0-9,5 м) – 80%, большого класса (10,5-12,0 м) – 20%; автобусы с дизельным двигателем, в том числе среднего класса – 1%, большого класса – 44%, особо большого класса – 55%;

- пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автотранспортных средств и поправочные коэффициенты (коэффициенты влияния) задаются.

Таблица 5.

Годовые пробеги АТС по территории города, млн.км

№ п/п	L_x	L_y	L_z	L_w	L_r
1	472.41	70.59	253	0	615
2	944.82	141.18	506	0	1250
3	321.44	48.55	201.3	20.4	0
4	567.98	75.66	276.7	25.4	0
5	984.33	154.62	521.6	47.6	0
6	523.55	73.84	260.1	23.9	0
7	237.77	43.67	168.4	18.3	0
8	485	72.34	256.8	22.7	0
9	671.44	83.25	307.8	26.1	0
10	338.91	50.72	230	21.1	0

Результаты расчетов заносятся в итоговую таблицу 6.

Таблица 6.

Форма представления результатов расчета.

Группы и классы АТС	Выброс СО		Выброс СН		Выброс NO _x		СО+СН+NO _x	
	т	%*	т	%	т	%	т	%
Легковые с бензиновым ДВС рабочим объемом								
менее 1,3								
1,3-1,8								
1,8 и более								
Итого								
Грузовые с бензиновым ДВС грузоподъемностью								
0,5-2,0т								
2,0-5,0т								
5,0-8,0т								
Итого								
Грузовые с дизельными двигателями грузоподъемностью								
2,0-5,0т								
5,0-8,0т								
Итого								
Автобусы с бензиновыми ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
Итого								
Автобусы с дизельными ДВС маршрутные								
8,0-9,5 м								
10,5-12,0 м								
Более 12,0 м								
Итого								
Всего выбросы вредных веществ								

* - проценты берутся по отношению выброса «всего»

Лабораторное занятие №2.

Порядок расчета массы загрязняющих веществ, выносимых неорганизованным поверхностным стоком и расчета платы за загрязнение окружающей среды

Под неорганизованным сбросом загрязняющих веществ подразумевается вынос загрязняющих веществ с территории водосбора предприятий и организаций и прилегающей инфраструктуры, относящейся к промплощадкам, неорганизованным поверхностным стокам (отведение дождевых, талых и поливочных вод за пределы территорий предприятий по естественному уклону местности в кюветы дорог, овраги, непосредственно в реки, ручьи, пруды и иные водные объекты, либо в ливневую канализацию соседних предприятий и организаций).

Неорганизованный сброс загрязняющих веществ с территории предприятий и организаций и расчет платы за загрязнение окружающей среды осуществляется на основе разрешения, выдаваемого территориальным уполномоченным органом в области охраны окружающей среды Российской Федерации. При отсутствии у природопользователя разрешения на неорганизованный сброс загрязняющих веществ, оформленного в установленном порядке, размер платы за него рассчитывается как для условий сверхлимитного сброса.

Принадлежность предприятия или организации к числу загрязнителей окружающей среды поверхностным стоком с подведомственной территории определяется в индивидуальном порядке исходя из наличия передвижных или стационарных источников (включая эродированные поверхности) поступления в дождевые, талые и поливочные воды загрязняющих веществ производственного или хозяйственно-бытового происхождения по предъявлению технологического регламента, материального баланса или иных документов, характеризующих хозяйственную деятельность предприятия.

Масса сброса загрязняющего вещества с неорганизованным стоком с территории (водосбора) природопользователя определяется по формуле:

$$M_i = S \cdot (W_d \cdot m_{id} + W_t \cdot m_{it}) \cdot 10^{-6} + S_n \cdot W_n \cdot m_{in} \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где: S - площадь территории (водосбора) природопользователя, га;

W_d, W_t, W_n - объем стока соответственно дождевых, талых и поливомоечных вод, м³/га;

m_{id}, m_{it}, m_{in} - концентрация i -го загрязняющего вещества в стоке (соответственно дождевых, талых и поливомоечных вод, мг/л);

S_n - площадь водонепроницаемых покрытий (асфальтобетонное покрытие), подвергающихся мокрой уборке, га.

Площади водонепроницаемых покрытий и общая площадь территории природопользователя, на которой формируется загрязненный поверхностный сток, определяются по данным генерального плана землеустройства.

Объем стока дождевых вод определяется:

$$W_o = 2,5 \cdot H_o \cdot K_q \cdot K_{вн} \quad (2)$$

где: H_d - слой осадков за теплый период со средними температурами выше 0°C, определяется по данным метеорологических наблюдений территориального органа Гидрометеослужбы, мм. Для г.Казань $H_d=373$ мм.

K_q - коэффициент, учитывающий объем стока дождевых вод в зависимости от интенсивности дождя для данной местности продолжительностью 20 мин. при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя равном 1 году (q_{20}), определяется по данным нижеприведенной таблицы.

q_{20}	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
K_q	0,96	0,91	0,87	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65	0,60

Значение K_q для Республики Татарстан принимается равным 0,71.

$K_{вн}$ - коэффициент, учитывающий интенсивность формирования дождевого стока в зависимости от степени распространения водонепроницаемых поверхностей $P_{вн}$ (кровли зданий, дороги, площадки, тротуары и т.н.) на площади водосбора, определяется по данным нижеприведенной таблицы.

$P_{вн}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$K_{вн}$	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2

Значение $P_{вн}$ (%) определяется как отношение площади водонепроницаемых поверхностей к общей площади территории природопользователя.

$$P_{вн} = (S_{вн} / S_{общ}) \cdot 100\% \quad (3)$$

При определении коэффициента $K_{вн}$ для промежуточных значений $P_{вн}$, не отраженных в данной таблице, к меньшему показателю границы диапазона за каждый дополнительный процент добавляется 0,02.

Объем стока талых вод определяется:

$$W_T = N_T \cdot K_T \cdot K_{п} \quad (4)$$

где: N_T - слой осадков за холодный период со средними температурами ниже 0°C , определяется по данным метеорологических наблюдений территориального органа Гидрометеослужбы, мм. Для г. Казань $N_T = 135$ мм.

K_T - коэффициент, учитывающий объем стока талых вод в зависимости от условий снеготаяния, определяется по нижеприведенной таблице.

Зоны по условиям весеннего стока талых вод	1	2	3	4
Значение коэффициента K_T	0,47	0,56	0,69	0,77

Значение K_T для Республики Татарстан принимается равным 0,47.

$K_{п}$ - коэффициент, учитывающий вывоз снега с территории природопользователя. При отсутствии вывоза коэффициент принимается равным 10 с уменьшением его значения пропорционально объему вывоза снега.

Объем стока поливомоечных вод определяется:

$$W_{п} = 10 \cdot q \cdot N \cdot K_{пм}, \quad (5)$$

где: q - расход воды на одну поливку (мойку) твердых покрытий за отчетный период принимается по данным учета или в размере 1,2 л/кв.м.;

N - количество поливок (моек) в год принимается по данным учета или в соответствии с нормативными документами, регламентирующими правила эксплуатации промплощадок. Для расчетов принять $N=100$.

$K_{\text{пм}}$ - коэффициент стока поливомоечных вод принимается равным 0,5.

При осуществлении природопользователем контроля и учета сброса поверхностного стока с территории его объем принимается на основе фактических данных.

Общий объем или составляющие поверхностного стока ($W_{\text{д}}+W_{\text{т}}+W_{\text{п}}$) уменьшаются на величину его использования природопользователем в системе технического водоснабжения.

Предельно допустимую массу неорганизованного сброса загрязняющих веществ рекомендуется рассчитывать при уровне содержания в дождевых, талых и поливочных водах основных загрязняющих веществ (взвешенных веществ, нефтепродуктов, легкоокисляемых органических соединений по БПК и ХПК, сульфатов, хлоридов, общего и аммонийного азота, нитратов, нитритов, соединений калия, магния, железа, меди, никеля, цинка, фосфора), не превышающем их средние фоновые концентрации в поверхностном стоке на застроенных участках с высоким уровнем благоустройства.

Массу неорганизованного сброса загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов рекомендуется рассчитывать при уровне содержания в дождевых, талых и поливочных водах основных загрязняющих веществ, превышающем их средние фоновые концентрации в поверхностном стоке на застроенных участках с высоким уровнем благоустройства, либо при наличии специфических загрязняющих веществ. При этом особое внимание рекомендуется уделять токсичным веществам, которые в значительных количествах содержатся в исходном сырье, используемом в производстве.

При наличии производственного или государственного аналитического контроля фактические концентрации загрязняющих веществ для определения массы их сброса в стоке дождевых, талых и поливомоечных вод принимаются по его результатам, а плановые (нормативные) концентрации загрязняющих веществ для определения предельно допустимой и в пределах лимита масс их сброса рекомендуется принимать на основании данных таблиц 1 и 2.

При отсутствии аналитического контроля за поверхностным стоком плановые (нормативные) концентрации загрязняющих веществ, в обязательном порядке включаемые в расчет для всех природопользователей для определения предельно допустимой и в пределах лимита масс их сброса, принимаются на основании данных таблиц 1 и 2, а фактические концентрации загрязняющих веществ, на уровне принимаемых для определения массы их сброса в пределах лимита.

Для природопользователей, которые по условиям производства в полной мере не могут (обратное подтверждается данными аналитического контроля) исключить поступление в поверхностный сток специфических веществ с высокотоксичными свойствами (предприятия цветной металлургии, горнодобывающей, химической, лесохимической, целлюлозно-бумажной,

нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, кожевенные заводы, мясокомбинаты, электростанции, работающие на угле), в расчетах рекомендуется учитывать примеси, специфические для данного производства.

Таблица 1.

Концентрации основных загрязняющих веществ в поверхностном стоке на застроенных участках территории, принимаемые для расчета масс загрязнений в пределах допустимых нормативов

	Дождевые воды	Талые воды	Поливочные воды
Взвешенные вещества	250	3500	500
Нефтепродукты	10	30	30
БПК	30	90	100
ХПК	100	250	100
Сульфаты	100	500	100
Хлориды	200	1500	200
Азот аммонийный	2	4,3	2
Азот общий	4,9	10,5	4,9
Нитраты	0,08	0,17	0,08
Нитриты	0,08	0,17	0,08
Кальций	43	113	43
Магний	8	14	8
Железо	0,3	1,7	0,3
Медь	0,02	0,076	0,02
Никель	0,01	0,02	0,01
Цинк	0,3	0,55	0,3
Фосфор общий	1,08	1,08	1,08

Таблица 2.

Концентрации основных загрязняющих веществ и специфических примесей в поверхностном стоке с территорий предприятий некоторых отраслей промышленности для расчета масс загрязнений в пределах установленных лимитов

	Переработка полиметаллических руд		Производство	Производство	Производство	Электростанции, работающие на угле
	Обогащенные руды	Производство металлов	алюминия	минеральных удобрений	синтетического каучука	
Концентрации основных веществ, мг/л						

Взвешенные вещества	6000	4500	4500	-	4500	6000
Нефтепродукты	50-60	50-60	50-60	-	50-60	50-60
БПК	-	-	-	-	500	-
ХПК	-	-	-	-	3700	-
азот общий	-	-	-	110	-	-
фосфор общий	-	-	-	50	-	-
цинк	15-38	0,8-3,0	-	-	-	-
медь	0,6-2,3	-	-	-	-	-
магний	38-73	45-64	38-220	-	-	-
хлориды	-	5000-6000	3300-4100	-	-	-
Концентрации специфических примесей, мг/л						
фенолы	-	-	-	-	21,5-22,0	0,006-0,03
диметилсульфид	-	-	-	-	-	-
сульфиты	-	-	-	-	-	-
смолы	-	-	-	-	-	-
скипидар	-	-	-	-	-	-
СПАВ	-	-	-	-	-	-
формальдегид	-	-	-	-	-	-
бензол	-	-	-	-	-	-
толуол	-	-	-	-	до 0,2	-
стирол	-	-	-	-	до 0,6	-
ацетальдегид	-	-	-	-	до 26,7	-
ацетон	-	-	-	-	до 8,0	-
этилбензол	-	-	-	-	до 0,2	-
аммиак	-	-	-	100	-	-
жиры, масла	-	-	-	-	-	-
фтор	-	18-445	90-550	10	-	3,1-5,0
мышьяк	-	до 37,5	-	-	-	0,03-0,05
хром	-	-	-	-	0,01	-
свинец	1,5-1,7	0,4-0,6	-	-	-	-
титан	1,5	1,5	-	-	-	-
ванадий	-	-	-	-	-	0,8-0,95
тетраэтилсвинец	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.

	Лесохимические заводы	Целлюлозно-бумажные	Нефтехимические комбинаты	Кожевенные заводы	Мясокомбинаты
--	-----------------------	---------------------	---------------------------	-------------------	---------------

		комбинаты			
Концентрации основных веществ, мг/л					
Взвешенные вещества	4500	4500	4500	6000	6000
Нефтепродукты	50-60	50-60	50-60	50-60	50-60
БПК	600	135	300	390	150-1100
ХПК	1000	350	920	1500	2830
азот общий	-	-	-	-	200
фосфор общий	-	-	-	-	60
цинк	-	-	-	-	-
медь	-	-	-	-	-
магний	-	-	-	-	-
хлориды	-	-	-	-	-
Концентрации специфических примесей, мг/л					
фенолы	0,08-15,0	0,06	до 0,3	до 0,5	-
диметилсульфид	0,4	13-15	-	-	-
сульфиты	-	до 100	-	-	-
смолы	150-300	-	-	-	-
скипидар	0,5-5	-	-	-	-
СПАВ	-	-	0,2-0,7	43	-
формальдегид	-	-	0,3-0,6	-	-
бензол	-	-	до 200	-	-
толуол	-	-	до 20	-	-
стирол	-	-	до 0,5	-	-
ацетальдегид	-	-	-	-	-
ацетон	-	-	-	-	-
этилбензол	-	-	-	-	-
аммиак	-	-	-	-	27-34
жиры, масла	-	-	-	270	100-453
фтор	-	-	-	-	-
мышьяк	-	-	-	-	-
хром	-	-	-	30	-
свинец	-	-	-	-	-
титан	-	-	-	-	-
ванадий	-	-	-	-	-
тетраэтилсвинец	-	-	-	-	-

Окончание таблицы 2.

	Предприятия прочих отраслей	Строительные площади	Автотранспортные и торговые
--	-----------------------------	----------------------	-----------------------------

	промышленности		складские организации
Концентрации основных веществ, мг/л			
Взвешенные вещества	2000	6000	2000
Нефтепродукты	50-60	90	90
БПК	210	210	210
ХПК	500	500	500
азот общий	-	-	-
фосфор общий	-	-	-
цинк	-	-	-
медь	-	-	-
магний	-	-	-
хлориды	-	-	-
Концентрации специфических примесей, мг/л			
фенолы	-	-	-
диметилсульфид	-	-	-
сульфиты	-	-	-
смолы	-	-	-
скипидар	-	-	-
СПАВ	-	-	-
формальдегид	-	-	-
бензол	-	-	-
толуол	-	-	-
стирол	-	-	-
ацетальдегид	-	-	-
ацетон	-	-	-
этилбензол	-	-	-
аммиак	-	-	-
жиры, масла	-	-	-
фтор	-	-	-
мышьяк	-	-	-
хром	-	-	-
свинец	-	-	-
титан	-	-	-
ванадий	-	-	-

**Расчет платежей за сброс загрязняющих веществ неорганизованным
поверхностным стоком с территории предприятия**

1. Плата за сбросы загрязняющих веществ, в размерах не превышающих установленные предельно допустимые нормативы сбросов

$$P_{ni} = C_{ni} \cdot M_{ni} \cdot K_{э} \cdot K_{и} \cdot D \quad (6)$$

2. Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов

$$P_{ли} = C_{ли} \cdot (M_{ли} - M_{ni}) \cdot K_{э} \cdot K_{и} \cdot D \quad (7)$$

Где i – вид загрязняющего вещества;

P_{ni} – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы, руб.;

$P_{ли}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные лимиты, руб.;

C_{ni} – норматив платы за сброс одной тонны i -го вещества в пределах нормативов, руб. (Таблица 3);

$C_{ли}$ – норматив платы за выбросы одной тонны i -го вещества в пределах установленных лимитов, руб. (Таблица 3);

M_i – фактический выброс i -го загрязняющего вещества, тонн;

M_{ni} – предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, тонн;

$M_{ли}$ – выброс i -го вещества в пределах лимита, тонн;

$K_{э}$ – коэффициент, учитывающий экологический фактор состояния окружающей среды, для РТ принимается равным 1,35;

$K_{и}$ – коэффициент индексации (устанавливается Федеральным законом о бюджете на конкретный год), и принимается в 2013 году к нормативам платы установленным в 2003 году $K_{и}=2,2$ и 1,79 к нормативам платы установленным в 2005 году;

D – дополнительные коэффициенты, для РТ равен 1.

Таблица 3.

Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты.

N	Загрязняющее вещество (i)	Нормативы платы за сброс 1 тонны загрязняющих веществ	
		в пределах установленных допустимых нормативов сброса, руб. (C_{ni})	в пределах установленных лимитов сброса, руб. ($C_{ли}$)
1	Взвешенные вещества	366	1830
2	Нефтепродукты	5510	27550

3	БПК	91	455
4	Сульфаты	2,8	14
5	Хлориды	0,9	4,5
6	Азот аммонийный	551	2755
7	Нитраты	6,9	34,5
8	Нитриты	3444	17220
9	Кальций	1,2	6
10	Магний	6,9	34,5
11	Железо	2755	13775
12	Медь	275481	1377405
13	Никель	27548	137740
14	Цинк	27548	137740
15	Фосфор общий	1378	6890

Задание.

1. Рассчитать массу загрязняющих веществ, выносимых с территории предприятия (по вариантам из таблицы 4), используя формулы 1-5. Результаты занести в таблицу 5.
2. Рассчитать платежи предприятия за сброс загрязняющих веществ неорганизованным поверхностным стоком, используя формулы 7,8. Результаты занести в таблицу 5.

Таблица 4.

№	Отрасль промышленности	Общая площадь предприятия (S), га	Площадь кровли, га	Площадь асфальто-бетонных покрытий, га	Площадь грунтовых покрытий, га	Площадь газонов, га
1	Банк №1	0,0968	0,0780	0,0038	0,0000	0,0150
2	Стройплощадка №1	1,1100	0,0600	0,0000	1,0500	0,0000
3	АЗС-1	0,4000	0,0670	0,3100	0,0000	0,0230
4	Магазин №1	0,7480	0,6730	0,0750	0,0000	0,0000
5	Авторынок	0,4970	0,0840	0,3760	0,0370	0,0000
6	Автостоянка	2,3590	0,0090	2,3500	0,0000	0,0000
7	ТЭЦ-1	5,8589	1,4760	2,5697	0,9567	0,8565
8	Вертолетный завод	5,8925	1,5400	3,8700	0,4760	0,0065
9	АЗС-2	0,5120	0,0560	0,4500	0,0000	0,0060
10	Оптовый рынок	2,4290	1,0750	1,3540	0,0000	0,0000
11	Овощебаза	0,9600	0,9000	0,0600	0,0000	0,0000
12	Автохозяйство	0,0695	0,0485	0,0190	0,0020	0,0000

13	Банк №2	0,0120	0,0090	0,0030	0,0000	0,0000
14	ТЭЦ-2	2,1908	0,1320	2,0040	0,0078	0,0470
15	Магазин №2	0,0255	0,0165	0,0040	0,0000	0,0050
16	Котельная	0,0135	0,0080	0,0050	0,0000	0,0005
17	Автосервис	0,1794	0,0044	0,0900	0,0850	0,0000
18	Офисное здание	0,4560	0,3890	0,0630	0,0000	0,0040
19	Автомойка	0,0620	0,0120	0,0500	0,0000	0,0000
20	Издательство	0,0870	0,0540	0,0290	0,0000	0,0040
21	Банк №3	0,0617	0,0187	0,0400	0,0000	0,0030
22	Стройплощадка №2	0,4900	0,0030	0,0050	0,4820	0,0000
23	Офис-продаж	0,0330	0,0270	0,0060	0,0000	0,0000
24	Электромеханический завод	2,3785	1,0360	1,2860	0,0285	0,0280
25	Асфальтобетонный завод	2,4220	0,0280	2,3940	0,0000	0,0000
26	Склад ГСМ	0,0380	0,0000	0,0340	0,0040	0,0000
27	Офис-центр	0,2055	0,1900	0,0070	0,0000	0,0085
28	Банк №4	0,0915	0,0837	0,0070	0,0000	0,0008
29	Автовокзал	1,8845	0,1940	1,6830	0,0000	0,0075
30	Ипподром	4,6007	0,0987	0,1380	2,8640	1,5000

Форма представления итоговых результатов.

Таблица 5.

№	Загрязняющее вещество	Норматив сброса, т/год (Мнi)	Лимит сброса, т/год (Млi)	Плата в пределах норматива сброса, руб. (Пнi)	Плата в пределах лимита сброса, руб. (Плi)
1	Взвешенные вещества				
2	Нефтепродукты				
3	БПК				
4	Сульфаты				
5	Хлориды				
6	Азот аммонийный				
7	Нитраты				
8	Нитриты				
9	Кальций				
10	Магний				
11	Железо				

12	Медь				
13	Никель				
14	Цинк				
15	Фосфор общий				
	Всего				

Лабораторное занятие №3.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха

Котлоагрегаты котельных работают на различных видах топлива, и выбросы загрязняющих веществ зависят как от количества и вида топлива, так и от вида теплоагрегата. Учитываемыми загрязняющими веществами, выделяющимися при сгорании топлива, являются: твердые частицы (зола), оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, пятиокись ванадия.

Выброс твердых частиц (золы) в дымовых газах котельных определяется по формуле:

$$M_{ТВ} = q_T \cdot m \cdot f \cdot (1 - L_T)$$

где q_T – зольность топлива, %;

m – количество израсходованного топлива за год, т;

f – безразмерный коэффициент, зависящий от типа топки и топлива; для котельных, работающих на мазуте, принять $f = 0,01$; на угле $f = 0,0023$;

Таблица 1.

Характеристики топлив.

Вид топлива	q_T , %	S^r , %	Q_i^r , МДж/кг
Мазут:			
Малосернистый	0,1	0,5	40,3
Сернистый	0,1	1,9	39,85
Высокосернистый	0,1	4,1	38,89
Уголь:			
Черемховский	27	1	17,93
Азейский	14,2	0,4	16,96
Канско-Ачинский	6,7	0,2	15,54
Бурятский	16,9	0,7	16,88
Минусинский	17,2	0,5	20,16

L_T – эффективность золоуловителей; при использовании циклона для очистки отходящих газов котельной $L_T = 0,8$.

Выброс оксида углерода рассчитывается по формуле:

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot (1 - 0,01 \cdot q_1) \cdot 10^{-3}$$

где q_1 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива %; для мазута $q_1 = 0,5$, для угля $q_1 = 5,5$;

C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива, кг/т:

$$C_{CO} = q_2 \cdot R \cdot Q_1^r$$

где q_2 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания, %; для котельных предприятий железнодорожного транспорта принимается $q_2 = 0,5$;

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания: $R = 1$ для твердого топлива; $R = 0,5$ для газа; $R = 0,65$ для мазута;

Q_1^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (табл. 1).

Выброс оксидов азота, т/год, определяется по формуле:

$$M_{NO_2} = m \cdot Q_1^r \cdot K_{NO_2} (1 - \beta) \cdot 10^{-3}$$

где K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж для различных видов топлива в зависимости от производительности котлоагрегата; для мазута $K_{NO_2} = 0,11$; для угля $K_{NO_2} = 0,23$;

β - коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов оксида азота в результате применения технических решений. Для котлов производительностью до 30 т/час $\beta = 0$.

Выброс оксидов серы, т/год, определяется только для твердого и жидкого топлива по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot m \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2})$$

где S^r – содержание серы в топливе, % (табл. 1);

η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива. Для углей Канско-Ачинского бассейна принимается равной 0,2, экибастузских – 0,02, прочих углей – 0,1; мазута – 0,2;

η''_{SO_2} – доля оксидов серы, улавливаемая в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной 0.

Расчет выбросов пятиоксида ванадия, поступающей в атмосферу с дымовыми газами при сжигании жидкого топлива, выполняется по формуле:

$$M_{V_2O_5} = C_{V_2O_5} \cdot B' \cdot (1 - \eta_{oc}) \cdot (1 - \eta_T) \cdot 10^{-3}$$

где B' - количество израсходованного мазута за год, т;

$C_{V_2O_5}$ – содержание пятиоксида ванадия в жидком топливе, г/т; (при отсутствии результатов анализа топлива для мазута с $S^r > 0,4$ % определяют по формуле представленной ниже;

η_{oc} – коэффициент оседания пятиоксида ванадия на поверхности нагрева котлов: 0,07 – для котлов с промежуточными паронагревателями, очистка поверхностей нагрева которых производится в остановленном состоянии; 0,05 – для котлов без промежуточных паронагревателей при тех же условиях очистки (принять при расчетах); 0 – для остальных случаев;

η_T – доля твердых частиц в продуктах сгорания жидкого топлива, улавливаемых в устройствах для очистки газов мазутных котлов (оценивается по средним показателям работы улавливающих устройств за год). В практической работе принимается $\eta_T = 0,85$.

Содержание пятиоксида ванадия в жидком топливе ориентировочно определяют по формуле:

$$C_{V_2O_5} = 95,4 \cdot S^r - 31,6 \quad (1.7)$$

Для каждого источника загрязнения воздушной среды устанавливаются нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу. ПДВ устанавливаются с учетом ПДК загрязняющих веществ, уровня их фоновых концентраций, гидрологических, гидрохимических, климатологических, геофизических характеристик территорий и природных объектов. Сущность внедрения ПДВ – ограничение разовых выбросов.

Предельно-допустимый выброс (ПДВ) – масса загрязняющих веществ, выброшенная в воздушный бассейн в единицу времени, которая не создает в приземном пространстве уровень загрязнения выше, чем ПДК.

Платежи предприятия за нормативный выброс загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. руб./год, определяются зависимостью

$$П_n = \sum_{i=1}^n H_{norm} \cdot m_{\phi i} \cdot \mathcal{E}_z \cdot I \quad \text{при } m_{\phi} \leq m_{ПДВ}, \quad (1.8)$$

где H_{norm} – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных нормативов выбросов (ПДВ), руб./т

$m_{\phi i}$ – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества, т/год;

$m_{ПДВ}$ – масса предельно-допустимого выброса i -го загрязняющего вещества, т/год.

\mathcal{E}_z – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости для атмосферы; для Республики Татарстан $K_{э.атм} = 1,9$;

I – коэффициент индексации (устанавливается Федеральным законом о бюджете на конкретный год), и принимается в 2014 году к нормативам платы установленным в 2003 году **$I=2,05$** и **$1,79$** к нормативам платы установленным в 2005 году.

При отсутствии у предприятия установленных нормативов (лимитов), вся масса загрязняющих веществ считается сверхлимитной.

Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующей ставки платы i -го загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов на разницу между фактическим и нормативным выбросом i -го загрязняющего вещества и умноженным на пятикратный повышающий коэффициент:

$$П_{св\lim} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n H_{\lim} \cdot (m_{\phi} - m_{ni}) \cdot \mathcal{E}_z \cdot I \quad \text{при } m_{\phi} > m_{ni}. \quad (1.9)$$

где H_{\lim} – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, руб.

Суммарные платежи предприятия за выброс загрязняющих веществ определяются по формуле

$$П = П_n + П_{св\ lim} \quad (1.10)$$

В практической работе требуется определить массы выбросов загрязняющих веществ в зависимости от вида и количества израсходованного топлива (M_i), плату за год от загрязнения атмосферы каждым из загрязняющих веществ ($П_i$) и суммарные значения этих величин (M , $П$). Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.

Исходные данные к практической работе приведены в таблице 3.

Таблица 2
Индивидуальная таблица расчетов ущербов от загрязнения атмосферы

	Загрязняющие вещества	M_i , т/год	H_{norm} , руб./т	H_{lim} , руб./т	$П_n$, тыс.руб./год	$П_{св\ lim}$, тыс.руб./год	$П_i$, тыс.руб./год
1	Зола углей (2005г.)		103	515			
2	Оксид углерода CO (2003г.)		0,6	3			
3	Оксиды азота NO _x (2003г.)		52	260			
4	Оксиды серы SO _x (2005г.)		21	105			
5	Пятиокись ванадия (V ₂ O ₅)		1025	5125			
	Итого	Σ			Σ	Σ	Σ

Таблица 3.

Исходные данные по вариантам

№ вар.	Вид топлива	Расход топлива, т/год
1	уголь Азейский	10000
2	мазут высокосернистый	2400
3	уголь Черемховский	12000
4	мазут сернистый	2700
5	уголь Канско-Ачинский	15000
6	мазут малосернистый	3000

7	уголь Бурятский	13000
8	уголь Минусинский	12500
9	уголь Черемховский	16000
10	уголь Азейский	20000

Лабораторное занятие №4.

«ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ»

В условиях ограниченного финансирования программ реализации природоохранных мероприятий, зачастую возникает необходимость выбора наиболее важных, приоритетных задач в области охраны окружающей среды, наиболее актуальных на данный момент времени для данного региона. Решения о приоритетности природоохранных мероприятий принимается либо на основе объективных данных (в том числе с помощью оптимизационных методов и вероятностно – статистических моделей), либо на основе мнений специалистов (экспертов). В задачах управления природопользованием и охраны окружающей природной среды широкое применение в отечественной и зарубежной практике нашел метод экспертной оценки. Методы экспертных оценок – выработка управленческих решений в различных отраслях на основе мнения квалифицированных экспертов.

Одним из наиболее распространенных методов экспертных оценок является метод ранговой корреляции. Эксперт, получив рабочую анкету, распределяет природоохранные мероприятия по местам в соответствии со степенью их приоритетности и возможности реализации. Эксперт ставит на первое место то мероприятие, которое, по его мнению, является наиболее важным и которое должно быть осуществлено в первую очередь, присвоив ему самый высокий ранг – 1. Другим присваиваются ранги 2, 3, 4 и т.д. – по степени важности. Ранг, равный n , где n – число мероприятий в анкете, присваивается мероприятию, обладающему наименьшей природоохранной эффективностью. Необходимым условием экспертного анализа является определение согласованности мнений экспертов. Точной оценкой согласованности служит коэффициент конкордации (согласованности). Коэффициент конкордации W может изменяться от 0 до 1. $W = 1$ означает стопроцентную согласованность мнений экспертов. $W = 0$ означает, что согласованности мнений не существует.

Студенты разделяются на экспертные группы по 5–10 человек, после чего каждый учащийся, изучив предложенный преподавателем список природоохранных мероприятий, проводит их ранжирование по приоритетности и заносит свое мнение в единую таблицу (по типу таблицы № 2). Соответствующая

группа экспертов на основе расчета коэффициента конкордации делает вывод о согласованности мнения экспертной группы. Если мнение экспертов является согласованным, то на основе статистического анализа строятся диаграмма рангов.

Коэффициент конкордации вычисляют следующим образом. Сначала вычисляются суммы рангов по столбцам матрицы:

$$\sum R_{ij} = R_{i1} + R_{i2} + \dots + R_{in},$$

где R_{i1} – ранг, присвоенный первым экспертом i -му мероприятию; R_{im} – ранг, присвоенный последним m -м экспертом этому же мероприятию.

Средняя по всем мероприятиям сумма рангов вычисляется по формуле

$$R_{ij} = \frac{m \cdot (n + 1)}{2}$$

где m – число экспертов; n – число мероприятий.

Отклонение суммы рангов каждого столбца от средней суммы:

$$d_i = \sum_{i=1}^m R_{ij} - \frac{m \cdot (n + 1)}{2}$$

Далее определяется сумма квадратов отклонений:

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{i=1}^n R_{ij} - \frac{m \cdot (n + 1)}{2} \right)^2$$

Коэффициент конкордации определяется по формуле

$$W = \frac{12 \sum d_i^2}{m^2 \cdot (n^3 - n)}$$

Затем находится статистический критерий χ^2 с $n - 1$ степенями свободы:

$$\chi^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W$$

Согласованность мнений экспертов считается достаточной в том случае, если $\chi^2 > \chi^2_{0,05}$, где $\chi^2_{0,05}$ – статистический критерий при пятипроцентном уровне значимости; напр. при $11 - 1 = 10$ степенях свободы для пятипроцентного уровня значимости $\chi^2_{0,05} = 18,31$.

По данным значений ΣR_{ij} строится диаграмма рангов (рис. 1), которая показывает очередность реализации мероприятий.

Если $\chi^2 < \chi^2_{0,05}$, то коэффициент конкордации W несущественно отличается от нуля. Это означает, что согласованности мнений экспертов нет и результатами итогового ранжирования пользоваться нельзя. В этом случае делается вывод о необходимости дополнительной экспертизы с привлечением большего числа экспертов и расширения их специализации.

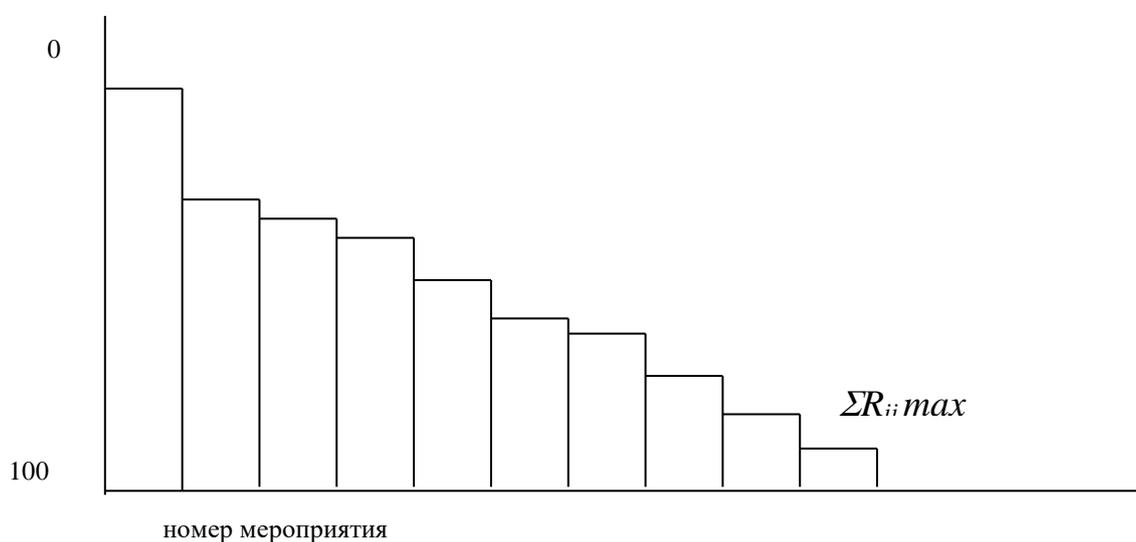


Рис. 1. Диаграмма рангов

Задание.

1. Провести экспертную оценку методом ранговой корреляции приоритетности реализации природоохранных мероприятий на территории Республики Татарстан, предлагаемых в таблице № 1.

2. На основе расчета коэффициента конкордации сделать вывод о согласованности экспертной группы, если мнение окажется согласованным необходимо построить диаграмму рангов.

8											
9											
10											
R_{ij}											
$ d_i $											
d_i^2											

3. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная учебная литература

1. Айзман, Р. И. Экологическая и продовольственная безопасность [Текст] : учебное пособие / Р. И. Айзман, С. В. Петров, М. В. Иашвили, А. Д. Герасёв. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 240 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=507987>.

2. Севрюкова, Е. А. Надзор и контроль в сфере безопасности : учебник для студентов вузов / Е. А. Севрюкова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна ; Нац. исслед. ун-т "МИЭТ". - М. : Юрайт, 2014. - 397 с.

3. Любская, О. Г. Экологическая безопасность на предприятиях легкой промышленности [Текст] : учебное пособие / О. Г. Любская, Г. А. Свищев, О. И. Седяров. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. – 158 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=536287>.

4. Кривошеин, Д.А. Основы экологической безопасности производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Федотова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 333 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60654.

Дополнительная учебная литература

1. Саркисов, О. Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды [Текст]: учебное пособие / О. Р. Саркисов. - Москва : Издательство "ЮНИТИ-ДАНА", 2012. - 231 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=395764>.

2. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Л. Хотунцев. - М. : Академия, 2002. - 480 с.

3. Экология [Текст] : учебное пособие / В. В. Денисов [и др.] ; под ред. В. В. Денисова. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. - 414 с. : ил.

4. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях [Текст] : учебное пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. - М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. - 336 с.

Нормативная литература

9. Конституция РФ.

10. Уголовный кодекс РФ.

11. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
12. Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ "Об Экологической экспертизе".
13. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления".
14. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха".

Интернет–ресурсы

15. КонсультантПлюс. Технология ПРОФ [Электронный ресурс] : справочная правовая система : версия 4000.00.15 : [установленные банки : законодательство, судебная практика, финансовые консультации, комментарии законодательства, технические нормы и правила]. – Москва : ЗАО «Консультант Плюс», 1992– . – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
16. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000– . – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
17. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система: база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос. информ. портал. – Москва, 2000– . – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
18. Издательство "Лань" [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система : содержит электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. – Москва, 2010– . Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
19. Электронный архив УГЛТУ [Электронный ресурс]: содержит электронные версии научных, учебных и учебно-методических разработок авторов - ученых УГЛТУ. Режим доступа: <http://elar.usfeu.ru>.
20. Znaniium.com [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система : содержит электронные версии книг издательства Инфра-М и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Режим доступа: : <http://znaniium.com>.
21. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: [http:// www.rsl.ru](http://www.rsl.ru).