

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины**

Технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий
наименование дисциплины

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль): «Экологическая безопасность предприятия»
наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск
2022

Составитель – Васильева Ж.В., канд.техн.наук, зав. кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры ТБ «23» мая 2022г., протокол № 8.

Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению практических работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине, а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины:

Таблица 1 -Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий» (промежуточная аттестация - зачет)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Выполнение практических работ/участие в семинарах	20	40	По расписанию
2.	Посещение и работа на лекциях	12	22	По расписанию
3.	Выполнение расчетно-графической работы	28	38	В соответствии с РП
Промежуточная аттестация				
	Зачет	min – 60	max - 100	
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min - 60	max - 100	

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа

К занятиям **лекционного типа** относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

2. Методические рекомендации по подготовке и работе на практических занятиях

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по

данной теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

Общей целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе обучения по данной дисциплине.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Экономическая оценка ущерба от загрязнения реки поверхностным стоком

Задание 1. В р. Тулому (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 1,33) с дачных участков, расположенных в его окрестностях было смыто 1 000 т плодородных почв (взвешенные вещества) и 10 т нефтепродуктов.

Оцените экономический ущерб от загрязнения реки поверхностным стоком, зная, что показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, а для нефтепродуктов – 20 усл. т/т.

Решение.

1. Найдем приведенную массу годового сброса загрязняющих веществ поверхностным стоком в водоем по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i,$$

где M — приведенная масса годового сброса загрязняющих веществ поверхностным стоком в водоем, усл. т;
 i — вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);
 A_i — показатель относительной опасности загрязняющего вещества, усл. т/т;
 m_i — общая масса годового сброса i -го загрязняющего вещества в водоем, т.

$$M = 0,05 \times 1\,000 + 20 \times 10 = 250 \text{ (усл. т)}.$$

2. Рассчитаем удельный ущерб, наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ поверхностным стоком в водоем, по формуле:

$$y_{уд} = \gamma \times \sigma_k,$$

где $y_{уд}$ — удельный ущерб, наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ поверхностным стоком в водоем, руб./усл. т;
 γ — константа для оценки ущерба от годовых сбросов в водоем, $\gamma = 400$ руб./усл. т;
 σ_k — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водохозяйственного участка.

$$y_{уд} = 400 \times 1,33 = 532 \text{ (руб./усл. т)}.$$

3. Экономическая оценка годового ущерба от загрязнения водоема поверхностным стоком определяется по формуле:

$$Y_{вод} = a \times k \times M, \text{ или } Y_{вод} = y_{уд} \times M,$$

где $Y_{\text{вод}}$ — экономическая оценка годового ущерба от загрязнения водоема поверхностным стоком, тыс. руб./год.

$$Y_{\text{вод}} = 532 \times 250 = 133 \text{ (тыс. руб./год.)}$$

Задание 2.

В р. Дон (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 1,63) с дачных участков, расположенных в его окрестностях, было смыто 1 200 т плодородной почвы (взвешенные вещества) и 20 т нефтепродуктов.

Оцените экономический ущерб от загрязнения реки поверхностным стоком, зная, что показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, а для нефтепродуктов – 20 усл. т/т.

Задание 3.

В р. Кубань (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 2,73) с дачных участков, расположенных в его окрестностях, было смыто 1 200 т плодородной почвы (взвешенные вещества), 40 т масел, 25 т солей железа и 100 т общего азота.

Оцените экономический ущерб загрязнению реки поверхностным стоком, зная, что показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, для масел – 100 усл. т/т, для железа – 2 усл. т/т, а для азота – 0,1 усл. т/т.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Экономическая оценка годового предотвращенного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водоем. Экономическая эффективность строительства природоохранных объектов.

Задание 1.

Город, имея очистные сооружения, предотвращает сброс в реку (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 2,3) до 80 тыс. т взвешенных веществ, 25 тыс. т общего азота, 20 тыс. т СПАВ, 0,05 тыс. т масел (показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, для общего азота – 0,1 усл. т/т, для СПАВ – 2 усл. т/т, для масел – 100 усл. т/т). Капитальные вложения в строительство очистных сооружений составляют 250 млн. руб., а ежегодные эксплуатационные затраты – 850 тыс. руб.

Оцените экономическую эффективность строительства очистных сооружений. Определите стоимость ликвидации ущерба, если рыбохозяйственные потери могут составить 220 тыс. руб./год.

Решение.

1. Найдем приведенную массу предотвращенного годового сброса загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$M_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i,$$

где $M_{\text{пр}}$ — приведенная масса предотвращенного годового сброса загрязняющих веществ в водоем, усл. т;

i — вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

A_i — показатель относительной опасности загрязняющего вещества, усл. т/т;

m_i — общая масса предотвращенного годового сброса i -го загрязняющего вещества в водоем, т.

$$M_{\text{пр}} = 0,05 \times 80\,000 + 0,1 \times 25\,000 + 2 \times 20\,000 + 100 \times 50 = 51\,500 \text{ (усл. т.)}$$

2. Рассчитаем удельный ущерб, наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$Y_{\text{уд}} = \gamma \times \sigma_{\text{к}},$$

где $Y_{\text{уд}}$ — удельный ущерб наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоем, руб./усл. т;

γ — константа для оценки ущерба от годовых сбросов в водоем, $\gamma = 400$ руб./усл. т;

$\sigma_{\text{к}}$ — коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водохозяйственного участка.

$$y_{\text{уд}} = 400 \times 2,3 = 920 \text{ (руб./усл. т.)}$$

3. Экономическая оценка годового предотвращенного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водоем и ликвидации рыбохозяйственных потерь определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}}^{\text{вод}} = \alpha \times \kappa \times M_{\text{пр}} + Y_{\text{пр}}^{\text{рыб.хоз}}, \text{ или } Y_{\text{пр}}^{\text{вод}} = y_{\text{уд}} \times M_{\text{пр}} + Y_{\text{пр}}^{\text{рыб.хоз}},$$

где $Y_{\text{пр}}^{\text{вод}}$ — экономическая оценка годового предотвращенного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водоем и ликвидации рыбохозяйственных потерь, тыс. руб./год;

$Y_{\text{пр}}^{\text{рыб.хоз}}$ — ежегодные рыбохозяйственные потери от сбросов загрязняющих веществ в водоем, тыс. руб./год.

$$Y_{\text{пр}}^{\text{вод}} = (920 \times 51\,500) : 1\,000 + 220 = 47\,600 \text{ (тыс. руб./год.)}$$

4. Рассчитаем приведенные затраты на строительство и эксплуатацию городских очистных сооружений по формуле:

$$Z = C + E_{\text{н}} \times K,$$

где Z — приведенные затраты на строительство и эксплуатацию городских очистных сооружений, тыс. руб./год;

C — ежегодные эксплуатационные расходы, тыс. руб./год;

$E_{\text{н}}$ — 0,12 — нормативный коэффициент общей экономической эффективности капиталовложений;

K — капитальные вложения в строительство городских очистных сооружений, тыс. руб.

$$Z = 850 + 0,12 \times 250\,000 = 30\,850 \text{ (тыс. руб./год.)}$$

5. Определяем чистый экономический эффект от предотвращенного сброса загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$\Theta = Y_{\text{пр}}^{\text{вод}} - Z,$$

где Θ — чистый экономический эффект от предотвращения сброса загрязняющих веществ в водоем, тыс. руб./год.

$$\Theta = 47\,600 - 30\,850 = 16\,750 \text{ (тыс. руб./год.)}$$

6. Определим общую экономическую эффективность строительства городских очистных сооружений по формуле:

$$\Theta_3 = \frac{\Theta}{3} = \frac{\Theta}{C + E_n \times K} = \frac{Y_{пр}^{вод} - 3}{C + E_n \times K},$$

где Θ_3 — общая экономическая эффективность строительства городских очистных сооружений.

$$\Theta_3 = 16\,750 : 30\,850 = 0,54.$$

Вывод: Строительство данных очистных сооружений выгодно, т.к. чистый экономический эффект от предотвращения сброса загрязняющих веществ в водоем равен $\Theta = 16\,750$ тыс. руб. < 0 , а общая экономическая эффективность строительства городских очистных сооружений значительно превышает нормативную и составляет $\Theta_3 = 0,54 > E_n = 0,12$.

Задание 2.

Ежегодный фактический ущерб в результате сброса сточных вод предприятия в реку составляет 68 тыс. руб. Капитальные вложения в проект по строительству очистных сооружений на предприятии составляют 250 тыс. руб., а ежегодные расходы по эксплуатации оборудования – 20 тыс. руб.

Оцените экономическую эффективность строительства очистных сооружений.

Задание 3.

Ежегодный фактический ущерб в результате сброса сточных вод предприятия в реку составляет 38 тыс. руб. Капитальные вложения в проект по строительству очистных сооружений на предприятии составляют 350 тыс. руб., а ежегодные расходы по эксплуатации оборудования – 15 тыс. руб.

Оцените экономическую эффективность строительства очистных сооружений. Должно ли предприятие компенсировать ущерб и какова величина компенсации?

Задание 4.

Город, имея очистные сооружения, предотвращает сброс в реку (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 1,5) до 10 тыс. т взвешенных веществ, 2 тыс. т СПАВ, 5 тыс. т общего азота (показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, для СПАВ – 2 усл. т/т, для общего азота – 0,1 усл. т/т). Капитальные вложения составляют 9 млн. руб, а ежегодные эксплуатационные затраты – 920 тыс. руб.

Оцените экономическую эффективность строительства очистных сооружений. Определите стоимость ликвидации ущерба, если рыбохозяйственные потери могут составить 500 тыс. руб./год.

Задание 5.

В реку, протекающую по территории региона, с дачных участков, расположенных по берегам в окрестностях города, было смыто 1 200 т плодородных почв (взвешенные вещества) и 5 т нефтепродуктов.

Оцените экономический ущерб от загрязнения реки поверхностным стоком, зная, что показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, а для нефтепродуктов – 20 усл. т/т, а коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 1,0.

Определите величину общей экономической эффективности затрат на создание по берегам реки лесополос, полностью предотвращающих смыв в реку плодородных почв данных участков. Стоимость создания лесополос 55 тыс. руб.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

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, m^3 /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:

$$W_d = 2,5 \cdot H_d \cdot K_q \cdot K_{вн} \quad (2)$$

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:

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

где: H_T - слой осадков за холодный период со средними температурами ниже 0°C , определяется по данным метеорологических наблюдений территориального органа Гидрометеослужбы, мм. Для г. Казань $H_T = 135$ 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 $N = 100$.

$K_{пм}$ - 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 ($W_d + W_T + W_{п}$) 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 поливочных 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 алюминия	Производство минеральных удобрений	Производство синтетического каучука	Электростанции, работающие на угле
	Обогащенные руды	Производство металлов				
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 комбинаты	Нефтехимические комбинаты	Кожевенные заводы	Мясокомбинаты
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	-	-	-	-	-

	Предприятия прочих отраслей промышленности	Строительные площади	Автотранспортные и торгово-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

$$Пли = Сли \cdot (Мли - Мни) \cdot Кэ \cdot Ки \cdot Д \quad (7)$$

Где i – вид загрязняющего вещества;

$Пни$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы, руб.;

$Пли$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные лимиты, руб.;

$Сни$ – норматив платы за сброс одной тонны i -го вещества в пределах нормативов, руб. (Таблица 3);

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

$Ми$ – фактический выброс i -го загрязняющего вещества, тонн;

$Мни$ – предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, тонн;

$Мли$ – выброс i -го вещества в пределах лимита, тонн;

$Кэ$ – коэффициент, учитывающий экологический фактор состояния окружающей среды, для РТ принимается равным 1,35;

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

$Д$ – 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. ($Сни$)	в пределах установленных лимитов сброса, руб. ($Сли$)
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

орма 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				

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

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 (зола) 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^f , 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 $K_{z,atm} = 1,9$;

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

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАТРАТ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Экономическая эффективность затрат означает их результативность, то есть соотношение между результатами и обеспечившими их затратами.

Различают *первичный эффект* и *конечный комплексный социально-экономический эффект* от средозащитных мероприятий.

Первичный эффект заключается в снижении загрязнения окружающей среды и улучшении ее состояния и проявляется в снижении объемов загрязнений и концентраций вредных примесей в атмосфере, водной среде и почве. Учитывая необходимость сочетания экономических и экологических интересов предприятий, первичный эффект следует выражать непосредственно в виде приращения продукции, выпущенной без нарушения экологических норм.

Конечный эффект выражается в повышении уровня жизни населения, эффективности производства. При этом экономические результаты проявляются как прирост чистой продукции, снижение потерь сырья и материальных ресурсов, экономия затрат в непроектной сфере, снижение затрат из личных средств.

В соответствии с разработанной в 80-е годы типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий для обоснования природоохранных затрат используются показатели общей и сравнительной эффективности.

Определение *общей (абсолютной) эффективности* экологических издержек необходимо, чтобы оценить фактическую результативность природоохранных мероприятий при планировании достижения нормативного качества окружающей среды, для экономического стимулирования повышения эффективности средозащитной деятельности.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат экологического характера рассчитывается как отношение объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект приведенных затрат.

$$Эз = Э / (С + Ен * К), \quad (1)$$

где, $Эз$ – общая эффективность природоохранных затрат;

$Э$ – полный годовой эффект;

$С$ – текущие затраты;

$К$ – капитальные вложения, определившие эффект;

$Ен$ – норматив эффективности капитальных вложений.

Норматив $Ен$ служит для приведения капитальных вложений к годовой размерности, поскольку $Ен = 1/Т$, где $Т$ – срок окупаемости капитальных вложений. При среднем сроке окупаемости по народному хозяйству, равном 8,3 года, норматив эффективности капитальных затрат $Ен$ устанавливается в размере 0,12.

Экономический эффект $Э$, или результат природоохранных затрат, представляет собой предотвращенный экономический ущерб и дополнительный доход от улучшения производственной деятельности предприятий в условиях лучшей экологической обстановки.

$$Э = \Delta У + Д, \quad (2)$$

Где. $\Delta У$ – величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды;

$Д$ – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов.

Величина годового предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды ΔY определяется по формуле:

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2, \quad (3)$$

где Y_1 и Y_2 – величины ущерба до проведения природоохранного мероприятия и остаточного ущерба после осуществления мероприятия соответственно.

Годовой прирост дохода D от улучшения производственных результатов может быть определен следующим образом:

$$D = \sum_{j=1}^n g_j * z_j - \sum_{i=1}^m g_i * z_i, \quad (4)$$

где g_j, g_i – количество продукции i -, j -го видов, получаемых соответственно до и после осуществления оцениваемого мероприятия;

z_j, z_i – оценка единицы i -, j -й продукции.

Абсолютная экономическая эффективность капитальных вложений $Э_k$ в природоохранные мероприятия определяется по формуле:

$$Э_k = (Эг - C) / K, \quad (5)$$

где $Эг$ – годовой экономический эффект от внедрения природоохранного мероприятия;
 C – годовые (текущие) затраты, необходимые для содержания и обслуживания природоохранных объектов;

K – величина капитальных вложений.

Полученные в ходе расчетов показатели эффективности капитальных затрат сравниваются с нормативными показателями. Рассматриваемые направления использования капитальных затрат считаются эффективными, если расчетные коэффициенты эффективности $Э_k$ удовлетворяют условию $Э_k > E_n$. Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений в целом по народному хозяйству в последние годы принимался равным 0,12.

При разработке долгосрочных прогнозов, программ по охране окружающей среды в регионе, при проектировании различных природоохранных мероприятий, выборе варианта внедрения новой техники или технологии, направленной на экологизацию производства, используется показатель *сравнительной (относительной) экономической эффективности* природоохранных затрат. Таким показателем является минимум совокупных затрат, то есть при выборе варианта предпочтение должно отдаваться варианту с наименьшей величиной совокупных текущих расходов и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности с помощью норматива эффективности:

$$C + E_n * K \rightarrow \min, \quad (6)$$

где, C – текущие затраты;

K – капитальные вложения, определившие эффект;

E_n – норматив эффективности капитальных вложений.

Если проводятся мероприятия, требующие длительного срока реализации капитальных вложений (лесовосстановление, рекультивация земель и т.п.), а также изменения во времени эксплуатационных (текущих) расходов, тогда предпочтительный вариант определяется по формуле:

$$T = \sum_{t=1} ((Kn + Kgt + Ct) / (1 + E_n)^t) \rightarrow \min, \quad (7)$$

где T – срок осуществления всех мероприятий;

K_n – первоначальные капитальные вложения в природоохранные мероприятия;

K_{gt} – дополнительные капитальные вложения, необходимые для обеспечения нормальной работы природоохранных объектов в t -й год эксплуатации ($t = 1, 2, 3 \dots$);

C_t – эксплуатационные расходы t -го года;

E_n – нормативный коэффициент приведения разновременных затрат, принимаемый в соответствии с отраслевыми нормативами (в частности, для затрат по промышленности, строительству, коммунальному хозяйству – 0,08, сельскому хозяйству – 0,05, лесному хозяйству – 0,03).

При расчетах сравнительной эффективности капиталовложений в охрану природы особенно важно сопоставлять варианты по экономическим результатам. Поскольку экономический результат природоохранных мероприятий выражается в сокращении или предотвращении социального и экономического ущерба от загрязнения окружающей среды, сравниваемые варианты должны быть тождественны по степени снижения уровня загрязнения природного ресурса, видам и величине предотвращенных потерь.

Задание.

Определить уровень природоемкости продукции 2-х предлагаемых вариантов предприятий (завод Б и завод В), выбрать наиболее эффективный вариант по сравнению с базовым (завод А). Рассчитать показатель совокупных (приведенных) затрат по каждому заводу (Z_i), данные свести в таблицу 2. Сделать вывод.

Таблица 1 - Исходные данные к задаче 1

Показатели	Завод А (базовый)	Завод Б		Завод В	
		В-1	В-2	В-1	В-2
Объем производимой продукции (Q_i), тыс. т.	150	160	170	100	90
Себестоимость продукции, млн. руб. (С)	110	115	120	120	100
Капитальные вложения (К) в производствен-ные фонды, млн. руб.	1100	1300	1350	1490	1500
Экологически опасные отходы (Q_o), тыс. т.	5,5	4,0	3,5	3,0	3,0
Стоимость экологически безопасных отходов ($Ц_o$), руб./т	180				
Экологически безопасные отходы (Q_b), тыс.т	55,0	45,0	50	35,0	40
Водопотребление: -оборотная вода, тыс. м ³ ($Q_{во}$)	420	400	390	380	370
-свежая вода, тыс. м ³ ($Q_{тв}$)	20	15	13	5	7
Отвод сельскохозяйственных земель (V_z), га	1270	1000	990	900	950
Стоимость сырья ($Ц_c$), руб./т	1550				
Цена потребляемой воды: -свежая, тыс.руб/м ³ ($Ц_{тв}$)	55				
-оборотная, тыс.руб/м ³ ($Ц_{во}$)	12,5				

Плата за землю (Цз), тыс.руб./га	110
----------------------------------	-----

Природоемкость (П) продукции определяется по формуле:

$$Pi = K_{\text{Эоо}} + K_{\text{в}} + K_{\text{Эбо}} + K_{\text{з}} \quad (13)$$

где $K_{\text{Эоо}}$ – капитальная оценка экологически опасных отходов:

$$K_{\text{Эоо}} = C_{\text{с}} * Q_{\text{о}} / E_{\text{нэ}} \quad (14)$$

где $C_{\text{с}}$ – стоимость сырья;

$Q_{\text{о}}$ – количество экологически опасных отходов;

$E_{\text{нэ}}$ – нормативный коэффициент экологической эффективности, равный 0,02.

$K_{\text{в}}$ – капитальная оценка воды:

$$K_{\text{в}} = Q_{\text{во}} * C_{\text{во}} + C_{\text{тв}} * Q_{\text{тв}} / E_{\text{н}} \quad (15)$$

где $Q_{\text{во}}$, $C_{\text{во}}$ – соответственно объем и цена оборотной воды;

$C_{\text{тв}}$, $Q_{\text{тв}}$ – соответственно цена и объем текущего потребления свежей воды.

$K_{\text{Эбо}}$ – капитальная оценка экологически безопасных отходов:

$$K_{\text{Эбо}} = C_{\text{о}} * Q_{\text{б}} / E_{\text{н}} \quad (16)$$

где $C_{\text{о}}$, $Q_{\text{б}}$ – соответственно стоимость и объем экологически безопасных отходов;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,12.

$K_{\text{з}}$ – капитальная оценка земли – определяется умножением занимаемой заводом территории на экономическую оценку одного гектара земли.

Показателем экономической эффективности варианта Z_i является минимум совокупных (приведенных) затрат как производственного, так и природосберегающего назначения.

$$Z_i = (C_i + E_{\text{н}} * K_i + P_i) \rightarrow \min, \quad (17)$$

где C_i – себестоимость продукции по i -тому варианту;

K_i – капитальные вложения средозащитного назначения по каждому варианту.

Сравниваемые варианты должны быть приведены в сопоставимый вид по объему выпускаемой продукции. Поэтому необходимо привести себестоимость продукции по i -тому варианту (C_i) к базовому заводу А по объему выпускаемой продукции.

Таблица 2 – результаты решения задачи 1

Показатели, млн. руб.	Завод А (базовый)	Завод Б	Завод В
капитальная оценка экологически опасных отходов ($K_{\text{Эоо}}$)			
капитальная оценка воды ($K_{\text{в}}$)			
капитальная оценка экологически безопасных отходов ($K_{\text{Эбо}}$)			
капитальная оценка земли ($K_{\text{з}}$)			
природоемкость (П)			

Сопоставимая себестоимость продукции по i-тому варианту (C_i)			
совокупные (приведенные) затраты по каждому заводу (Z_i)			

Контрольные вопросы.

1. Что такое экономическая эффективность затрат природоохранных мероприятий?
2. В чем заключается первичный эффект средозащитных мероприятий?
3. В чем заключается конечный эффект средозащитных мероприятий?
4. Что такое общая и сравнительная эффективность природоохранных затрат?
5. Назовите пути снижения природоохранных затрат.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 -7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА, ПРИЧИНЯЕМОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.

Цель работы: провести оценку экономической эффективности природоохранных мероприятий путем расчета экономического ущерба от негативного воздействия на водные объекты до и после внедрения природоохранных мероприятий.

Теоретическая часть

Ущерб народному хозяйству в результате загрязнения водоемов складывается из дополнительных расходов предприятий различных министерств и ведомств на очистку воды до нужного качества, на подачу воды из дальнего источника (так как вода из ближнего уже не отвечает потребностям производства), затрат из-за более быстрого износа основных фондов, уменьшения выпуска готовой продукции, выплаты по больничным листам - последствий заболеваемости людей, ущерба сельскому хозяйству из-за увеличения площади засоленных земель, уменьшения урожаев и т.д. Таким образом, загрязнение водных источников вызывает много разнообразных последствий. Именно поэтому данная тема является более чем актуальной.

К природоохранным мероприятиям относят все виды хозяйственной деятельности, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на окружающую природную среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природных ресурсов: строительство и эксплуатация очистных и обезвреживающих сооружений и устройств, развитие малоотходных и безотходных технологических процессов и производств, размещение предприятий и систем транспортных потоков с учетом экологических требований, рекультивация земель, меры по борьбе с эрозией почв, по охране и воспроизводству флоры и фауны, охране недр и рациональному использованию природных ресурсов.

Эффект от проведения природоохранных мероприятий складывается из эффекта, проявляемого в отрасли (сокращение потерь, утилизация отходов, снижение расхода воды и т.д.), и эффекта от уменьшения ущерба, наносимого окружающей среде. Таким образом, необходимо дополнительно ввести в расчеты величину ущерба окружающей среде ($У$), который появляется на самом предприятии или в других отраслях народного хозяйства и представляет собой сумму затрат двух типов: затрат на предупреждение негативного воздействия загрязненной среды и затрат, вызываемых воздействием загрязненной среды.

I. Укрупненная оценка ущерба, наносимого окружающей среде в результате загрязнения водоемов.

Промышленное загрязнение водного бассейна является результатом сброса в водоемы сточных вод, содержащих вредные вещества. Для оценки ущерба, наносимого окружающей среде сбросами вредных веществ в водоемы, могут быть использованы прямой и расчетный методы. Прямой метод ввиду большой трудоемкости не может быть рекомендован для широкого использования. Наиболее используемой методикой оценки ущерба, наносимого окружающей среде сбросами загрязняющих веществ в водоемы, является также методика, рекомендованная Президиумом Академии наук СССР в 1983 году. Согласно этой методике расчета общая величина ущерба от загрязнения водоема определяется в соответствии с выражением:

$$Y = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M, \quad (1)$$

где Y - ущерб, наносимый окружающей среде сбросами в водоемы вредных веществ, руб./год;

γ - удельный ущерб, причиняемый народному хозяйству сбросом в водоемы одной условной тонны загрязняющих веществ,

$\gamma = 400$ руб./усл.т;

σ_k - показатель относительной опасности загрязнения водоема или его участка.

(Значение σ_k для устья реки Камы – 0,50)

M - приведенная масса сбрасываемых в водоемы веществ (усл.т/год).

Приведенная годовая масса загрязняющих веществ может быть рассчитана по формуле:

$$M = \sum A_{(i)} \cdot m_{(i)}, \quad (2)$$

где $A_{(i)}$ - показатель относительной опасности сброса в водоем i -го вещества, усл.т/т;

$m_{(i)}$ - масса годового сброса в водоем i -го вещества, т/год.

Значение $A_{(i)}$ связано с величиной ПДК_{вр (i)} соотношением:

$$A_{(i)} = \frac{1}{\text{ПДК}_{\text{вр (i)}}}, \quad (3)$$

где ПДК_{вр (i)} - предельно допустимая концентрация i -го загрязнителя в воде рыбохозяйственных объектов, мг/л.

При отсутствии утвержденных значений ПДК_{вр} можно воспользоваться предельно допустимыми концентрациями i -го загрязнителя в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового значения - ПДК_в (мг/л) или расчетным значением временно допустимой концентрации - ВДК_в (мг/л).

Значение предельно допустимых концентраций в водоемах рыбохозяйственного значения для некоторых загрязнителей представлены в табл.3

Количество поступающего в водохозяйственный участок i -го загрязнителя зависит от объема годового сброса сточных вод источниками загрязнения и от концентрации i -го загрязнителя в источниках загрязнения:

$$m_{(i)} = \sum c_{(i)(j)} \cdot V_{(i)(j)}, \quad (4)$$

где $c_{(i)(j)}$ - концентрация i -го загрязнителя в j -м источнике загрязнения г/м³;

$V_{(i)(j)}$ - годовой сброс i -го загрязнителя j -м источником загрязнения, м³/год.

Задание 1. Рассчитать ущерб, нанесенный окружающей среде сбросами вредных веществ в водоемы, с применением методики укрупненного расчета. Как изменится величина ущерба окружающей среде после строительства очистных сооружений в устье Камы в месте сброса сточных вод двух предприятий (водохозяйственный участок № 16, $\sigma_k = 0,50$)?

Объемы сточных вод предприятий и их характеристика представлены в табл. 1

Таблица 1

Название	Концентрация в сточных водах, мг/м ³											
	V ₁ = 40*10 ⁶ м ³ /год						V ₂ = 10*10 ⁶ м ³ /год					
	До очистки			После очистки			До очистки			После очистки		
	1в	2в	3в	1в	2в	3в	1в	2в	3в	1в	2в	3в
Взвешенные вещества	350	300	250	100	70	50	200	180	160	100	80	60
ПАВ	10	9	8	3	2	1	5	4	3	2	1	0,5
Хлориды	40	35	30	15	10	5	10	8	6	3	2	1
Сульфаты	50	40	30	20	15	10	150	140	130	30	20	10
Фенолы	-	-	-	-	-	-	0,1	0,08	0,06	0,01	0,008	0,006
Нефть и нефтепродукты	1,2	1,0	0,8	0,3	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-

В ряде случаев используют величины удельных ущербов, причиняемых сбросом 1 т i-й примеси в k-й водохозяйственный участок - $Y_{k(i)}$, руб./т, или величины удельных ущербов, причиняемых сбросом 1 м³ приведенного объема сточных вод в k-й водохозяйственный участок - $\Xi_{k(i)}$, руб./м³. Общую величину ущерба, наносимого окружающей среде в результате загрязнения водоемов, определяют, соответственно, по формулам*

$$y = \sum Y_{k(i)} \cdot m_{(i)} \quad (5)$$

$$y = \sum \Xi_{k(i)} \cdot \Pi_{q(i)}$$

где $m_{(i)}$ - общая масса годового сброса i-й примеси различными источниками загрязнения в k-й водохозяйственный участок, т/год;

$\Pi_{q(i)}$ - общий годовой приведенный объем сточных вод, содержащий i-й загрязнитель и сбрасываемый в k-й водохозяйственный участок, м³/год.

Рассчитывают $\Pi_{q(i)}$ по формуле

$$\Pi_{q(i)} = \sum \frac{(c_{(i)} - \text{ПДК}_{(i)})}{\text{ПДК}_{(i)}} \cdot V_{\text{г}} \quad (6)$$

где $c_{(i)}$ - концентрация i-го загрязнителя в сточных водах, мг/л;

$\text{ПДК}_{(i)}$ - предельно допустимая концентрация i-го загрязнителя в сточных водах, мг/л;

$V_{\text{г}}$ - сбрасываемый объем сточных вод, м³/год.

Задание 2. Рассчитать ущерб, нанесенный окружающей среде сбросами вредных веществ в водоемы, с применением удельных ущербов. Как изменится величина ущерба окружающей среде после строительства очистных сооружений?

Характеристики сточных вод представлены в табл. 2

Таблица 2

Вид примеси,	Общая масса сброса $m_{(i)}$, т/год	Удельный
--------------	--------------------------------------	----------

сбрасываемой в водоем	до очистки			после очистки			ущерб $Y_{k(i)}$, руб/т
	1в	2в	3в	1в	2в	3в	
Взвешенные вещества	2125	2000	1750	170	150	130	253
БПК	42,5	40	39,5	21,3	20,5	19,5	33
Сульфаты	637,5	630,5	625,5	637,5	630,5	625,5	25
Хлориды	42,5	41	40,5	42,5	41	40,5	9
Нефтепродукты	21,3	20,5	19,5	4,3	3,8	3,5	2016

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации примесей в водоемах рыбохозяйственного значения
ПДК_{вр}

БПК полное	3,0 мг O ₂ /л
Аммоний солевой NH ₄ ⁺	0,5 (NH ₄ ⁺) = 0,39 (N)
Нитрат-ион NO ₃ ⁻	40 (NO ₃ ⁻) = 9,0 (N)
Нитрит-ион NO ₂ ⁻	0,08 (NO ₂ ⁻) = 0,02 (N)
Нефть и нефтепродукты	0,05
Фенолы	0,001
СПАВ	0,1
Железо (общее)	0,5
Медь	0,01
Цинк	0,010
Хром	0,005
Никель	0,010
Кобальт	0,010
Свинец	0,03
Мышьяк	0,05
Ртуть	0,0005
Кадмий	0,005
Цианиды	0,05
Формальдегид	0,01
Калий (катион)	50,0
Кальций (катион)	180,0
Магний (катион)	40,0
Натрий (катион)	120,0
Сульфаты (анион)	100,0
Хлориды (анион)	300,0
Минерализация	1000,0
Взвешенные вещества	10

II. Экономическая оценка ущерба от загрязнения водоемов с применением методики приведения к «монозагрязнителю»

Экономическая оценка ущерба водоемам от загрязнений проводится по формуле:

$$Z_{\text{водн}}(t) = \rho_t \cdot \beta \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n D_i \cdot V_i, \quad (7)$$

где ρ_t - денежная оценка единицы сбросов в усл. т., руб./усл.т; $\rho_t = 6000$ руб./усл. т (в ценах после 1.01.98

β - коэффициент, позволяющий учесть особенности водоёма, подверженного вредному воздействию;

D_i - коэффициент приведения примеси вида i к многозагрязнителю, усл.т/т;

V_i - объем сброса i -го вида загрязнителя.

Таблица 4

Значения коэффициента β для различных водохозяйственных участков

Наименование бассейнов, рек и створов	Значение β	Наименование бассейнов, рек и створов	Значение β
Балтийское море		Черное море	
1. Финский залив	1,8	15. Дунай	1,8
2. Нева	1,6	16. Тиса	1,9
3. Нарва	1,4	17. Прут	2,1
4. Луга	1,3	18. Днестр	2,2
5. Рижский залив	1,8	19. Днепр (исток — г. Киев)	1,8
6. Западная Двина	1,4	20. Припять	1,4
7. Куршский залив	1,6	21. Березина	2,0
8. Неман	1,3	22. Десна	1,5
9. Вислинский залив	1,7	23. Днепр (г. Киев Каховский г/у)	2,2
10. Вента	1,4		
11. Ладожское озеро	2,5	24. Днепр (Каховский г/у устье)	2,5
12. Онежское озеро	2,5		
13. Ильмень-озеро	2,2	25. Южный Буг	2,3
14. Чудско-Псковское озеро	2,2	26. Реки Крымского полуострова	2,8
Азовское море		Каспийское море	
28. Дон (истокустье р. Воронеж)	2,4	37. Волга (исток — г. Горький)	1,2
29. Воронеж	2,5	38. Ока	2,2
30. Дон (устье р. Воронеж — Цимлянский г/у)	1,7	39. Москва	2,9
31. Дон (Цимлянский г/у — устье)	2,3	40. Волга (г. Горький — г.Куйбышев)	1,6
32. Северский Донец	2,8	41. Кама	1,6
33. Кубань (исток — г. Армавир)	1,9	42. Волга (г.Куйбышев — устье)	1,7
34. Кубань (г. Армавир — устье)	2,6	43. Урал (устье)	1,5
35. Миус	3,5		
36. Кальмиус	4,0		

Относительная эколого-экономическая опасность для некоторых распространенных веществ, загрязняющих водоемы

Таблица 5

Группы загрязняющих веществ	Показатель относительной эколого-экономической опасности, усл. т/т
А. Неорганические вещества	
Общие показатели	
1. Сульфаты, хлориды	0,05
2. Взвешенные вещества	0,10
3. Нитриты, азот аммонийный	0,20
4. Фосфаты, фосфор	2,00
5. Железо, марганец	2,50
6. Нитраты	12,50
Промышленные неорганические вещества	
7. Цинк, никель, висмут, свинец, вольфрам	25,00
8. Цианиды	50,0
9. Токсичные соединения: ртуть; мышьяк	145,00
Б. Органические вещества	
Общие показатели	
10. Химическая потребность в кислороде (ХП)	0,07
11. Биохимическая потребность в кислороде (БП полн.), органический углерод	1,00
Промышленная органика	
12. СПАВ (детергенты), этилен, метанол, ацетонитрил и др.	5,00
13. Нефть и нефтепродукты, жиры, масла	15,00
14. Формальдегид, бутиловый спирт, ацетофенол, нитрофенолы и др. соединения	80,00
15. Высокотоксичная металл органика, пестициды, анилин, фенолы и др. соединения	200,00

Задание 3. Определить экономическую оценку ущерба от загрязнения водоемов сбросами вредных веществ в регионе за три года, если известно, что на территории рассматриваемого региона находятся следующие водные объекты: Волга (г. Горький — г. Куйбышев), Кама, Волга (г. Куйбышев — устье). Приоритетные загрязняющие вещества указаны в табл. 5. Выяснить, как изменяется величина экономической оценки ущерба от загрязнения водоемов.

Исходные данные для расчета

Таблица 6.

Наименование загрязняющего вещества	Объемы сбросов по годам, т		
	2008	2009	2010
Нитраты	160	130	90
БПК полн.	254	306	300
Нефть и нефтепродукты	380	240	290
Фосфор	586	490	308

Для решения данной задачи необходимо из нормативных таблиц найти коэффициенты приведения к монозагрязнителю. Эти коэффициенты следует перемножить на объемы сбросов и результаты произведения сложить. Таким образом будет получена

величина загрязнения водных объектов с учетом вредности (в виде «монозагрязнителя») в усл. т. Результаты такого расчета занести в табл. 6. Поскольку никаких данных, уточняющих загрязнение отдельных водоемов и водохозяйственных участков рек нет, то значение показателя относительной опасности загрязнения водоемов в данном регионе следует рассчитать как среднее арифметическое коэффициентов для разных водоемов, находящихся на территории региона.

Таблица 7.

Расчет загрязнения в виде «монозагрязнителя»

Наименование загрязняющего вещества	Коэффициент приведения	Приведенные объемы сбросов по годам, усл. т		
		2008	2009	2010
Нитраты	12,50			
БП полн.	1,00			
Нефть и нефтепродукты	15,00			
Фосфор	2,00			
Объем сбросов с учетом вредности -(в виде «монозагрязнителя»)				

В ходе выполнения данной практической работы студент должен:

1. Ознакомиться с ее содержанием и порядком проведения;
2. Проработать теоретический материал, относящийся к данной работе, по конспекту лекции и учебнику;
3. Провести необходимые расчеты;
4. По итогам практической работы составить отчет и сделать необходимые выводы из полученных результатов.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое природоохранные мероприятия и для чего они проводятся?
2. Из чего складывается ущерб народному хозяйству в результате загрязнения водоемов?
3. Что такое удельный ущерб?
4. Из чего складывается эффект от проведения природоохранных мероприятий?
5. Назовите экономические показатели эффективности природоохранных мероприятий.
6. Какие факторы важны при обосновании природоохранных мероприятий?
7. Предприятие, находящееся в населенном пункте, сбрасывает в водные объекты, загрязняющие вещества. Какие из осуществляемых затрат, связанных с этим загрязнением, входят в величину эколого-экономического ущерба в качестве затрат на предотвращение воздействия?
 - А) Потери от гибели рыбы в загрязняемом водоеме.
 - Б) Затраты на создание и эксплуатацию сооружений биологической очистки сточных вод перед сбросом их в поверхностные водные объекты.
 - В) Затраты на содержание лечебных заведений, необходимых для обслуживания населения, пострадавшего от использования загрязненных вод.
 - Г) Затраты на подготовку воды для нужд населения с доведением ее качества до уровня питьевой.
 - Д) Упущенная предприятием выгода в результате снижения производительности труда персонала и увеличения количества заболеваний в связи с ухудшением качества питьевой воды.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

«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_{ij} – 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:

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

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.

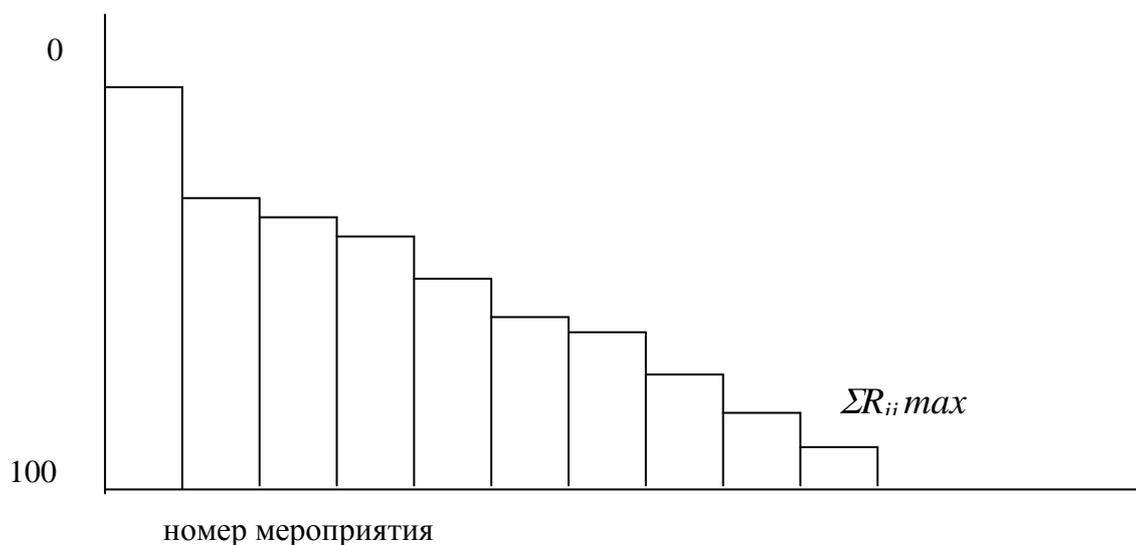


Рис. 1. Диаграмма рангов

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.

Таблица 1

Перечень природоохранных мероприятий для первой группы экспертов

№	Наименование мероприятия
1	Рекультивация нарушенного землепользования

2	Оснащение двигателей устройствами для предотвращения вредных выбросов
3	Внедрение оборудования по очистке отходящих газов промышленных предприятий
4	Восстановление продуктивности засоленных и загрязненных земель
5	Проведение исследований состояния ресурсов подземных вод и разработка предложений по защите их от загрязнений
6	Восстановление благоприятного экологического состояния рек и водохранилищ
7	Воспроизводство плодородия почвы
8	Реконструкция средств очистки и обеззараживания сточных вод
9	Реализация предложений по рациональному использованию и охране лесов, растительного и животного мира
10	Внедрение водосберегающих технологий на промышленных предприятиях, в сельском и коммунальном хозяйстве
11	Меры по сохранению земли в зоне промышленных и жилых зданий

Расчет в практической работе сводится в таблицу по типу таблицы 2.

Таблица 2

Индивидуальная таблица планирования природоохранных мероприятий

Экс-перты	Номер мероприятия и присвоенный ему ранг										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
R_{ij}											
$ d_i $											
d_i^2											

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9

ПОДОБОР ПРИРОДООХРАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ВОДНОЙ И ВОЗДУШНОЙ СРЕД

Цель работы: подобрать природоохранное оборудование и выполнить эколого-экономическую оценку эффективности проведения мероприятий по охране водной и воздушной сред.

Чистый экономический эффект определяется с целью технико-экономического обоснования выбора наилучших вариантов природоохранных решений, различающихся между собой по воздействиям на среду и производственные результаты отрасли, а также для экономической оценки фактически осуществленных мероприятий. Требуется определить экономическую эффективность комплекса природоохранных мероприятий (для атмосферы, водных и других ресурсов), планируемых в заданном объеме K , тыс. руб. капитальных вложений и C тыс. руб./год текущих годовых затрат на эксплуатацию и обслуживание объектов природоохранного назначения.

Порядок расчетов. Находим годовую оценку ущербов до (Y_1) и после (Y_2) проведения водоохранного (атмосфероохранного) мероприятия на конкретном объекте. Значения Y_1 , тыс. руб./год, берутся из практических работ № 1 и № 2 ($Y_1 = \Pi$). Значение ущерба Y_2 , тыс. руб./год, определяется по формуле

$$Y_2 = \sum_{i=1}^n Y_{li} \cdot (1 - \eta_{1i}) \cdot (1 - \eta_{2i}) \cdot \dots \cdot (1 - \eta_{mi}) \quad (5.1)$$

где n – количество сбрасываемых в водоем или выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ;

Y_{li} – платежи за сброс в водоем (практ. работа № 1: $Y_{li} = \Pi_{ни} + \Pi_{снн}$) или выброс в атмосферу (практ. раб. № 2: $Y_{li} = \Pi_i$) i -й примеси, тыс. руб./год;

η_{ji} – эффективность j -го средства очистки по i -й примеси;

m – количество применяемых средств очистки.

Прирост дохода ΔD представляет собой дополнительную прибыль от улучшения показателей работы основного производства (при его реконструкции), а также от полезного использования (реализации или использования в производстве) отходов, выделенных при работе природоохранного оборудования [3]. В качестве примера можно привести реализацию или использование в котельной в качестве топлива нефтепродуктов, улавливаемых в нефтеловушке. В связи с небольшим количеством улавливаемых отходов в данной практической работе для всех природоохранных мероприятий принимаем $\Delta D = 0$.

Капитальные вложения в природоохранное мероприятие K , тыс. руб., определяются как суммарная стоимость применяемых средств очистки:

$$K = \sum_{j=1}^m K_j \quad (5.3)$$

где K_j – стоимость j -го средства очистки, тыс. руб.

Средства очистки сточных вод выбираются исходя из условий конкретного варианта (в зависимости от загрязняющего вещества, платежи за сброс которого наибольшие), сведения об эффективности технических средств по различным веществам приведены в табл. 1.4. Атмосфероохранное оборудование выбирается аналогично (скруббер или электрофильтр), эффективность указана в практ. работе № 2. Ориентировочная стоимость технических средств очистки сточных вод и отходящих газов приведена соответственно в таблицах 5.2. и 5.3.

Текущие затраты (эксплуатационные расходы) C , тыс. руб./год, определяются с учетом капитальных вложений [8]:

- для мероприятий по очистке воды или воздуха от твердых загрязнителей:

$$C = 0,3 \cdot K \quad (5.4)$$

- для мероприятий по очистке воды или воздуха от газообразных и жидких загрязнителей:

$$C = 0,4 \cdot K \quad (5.5)$$

Формула для определения текущих затрат выбирается в зависимости от того, какая примесь наносит наибольший ущерб.

Используя полученные данные по ущербам до и после предлагаемых природоохранных мероприятий, а также капитальным вложениям и текущим затратам, нетрудно определить экономическую эффективность таких мероприятий. Структура расчетов представлена в табл. 5.1. При $R > 0$ оцениваемый комплекс мероприятий экономически эффективен. При наличии нескольких вариантов природоохранного мероприятия на одном и том же объекте предпочтение отдается варианту с минимальным сроком окупаемости T . Срок окупаемости не должен превышать нормативного ($T \geq T_n$, для объектов энергетики (котельных) $T_n = 8,3$ лет, для прочих объектов железнодорожного транспорта $T_n = 6,7$ лет). Величиной, обратной сроку окупаемости, является общая (абсолютная) эффективность мероприятий, 1/год:

$$\Xi = \frac{P - C}{K} \quad (5.6)$$

Таблица 5.1.

Индивидуальная таблица расчетов экономической эффективности природоохранных мероприятий

Показатели	Обозначения	Единица Измерения	Мероприятие по охране	
			водоемов	Атмосферы
Предотвращенный ущерб	$P = Y_1 - Y_2$	тыс. руб./год		
Экономический результат	$R = P + \Delta D$	тыс. руб./год		
Капитальные вложения в мероприятие	K	тыс. руб.		
Эксплуатационные расходы	C	тыс. руб./год		
Приведенные затраты	$Z = C + \frac{K}{T_n}$	тыс. руб./год		
Чистый экономический эффект мероприятия	$R = P - Z$	тыс. руб./год		
Срок окупаемости мероприятия	$T = \frac{K}{P - C}$	лет		

Таблица 5.2

Ориентировочная стоимость технических средств очистки сточных вод

Наименование технического средства	Объем сброса сточных вод, тыс. м ³ /год	Ориентировочная стоимость, тыс. руб.
Установка биологической очистки	0,7 – 2,5	4,5 – 40
Флотатор (с гидроциклоном)	0,7 – 2,5	10 – 50
	200 – 350	1500 – 6000

Таблица 5.3

Ориентировочная стоимость технических средств очистки отходящих газов для котельной

Наименование технического средства	Вид топлива котельной	Ориентировочная стоимость, тыс. руб.
Скруббер	уголь	4 – 20
	мазут	20 – 100
Электрофильтр	мазут	15 – 200

Оформление отчета

В пояснительной записке дать ответы на следующие вопросы:

1. На основе результатов расчетов практ. работ № 1 и № 2 предложить соответственно водоохранное и атмосферноохранное мероприятия, заключающиеся во внедрении оборудования природоохранного назначения.

2. Привести расчетные формулы для определения экономической эффективности природоохранных мероприятий.

3. Произвести расчет экономической эффективности предложенных природоохранных мероприятий, сделать вывод по результатам расчета.
определение экономической эффективности природоохранных мероприятий

Определить экономический эффект от внедрения мероприятий по защите воздушного бассейна в народном хозяйстве. Исходные данные для расчета принять по варианту.

Таблица 36.

Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Объем загрязняющих выбросов: до внедрения мероприятий Q_d , тыс. т.	60	70	80	60	70	80	60	70	80	80	
после внедрения Q_{II} , тыс. т.	20	30	40	20	30	40	20	30	40	40	
Ущерб предприятия, тыс. руб. до внедрения, U_d	190	200	180	210	190	200	180	210	220	200	
после внедрения, U_{II}	25	35	15	45	25	35	15	45	55	35	
Эксплуатационные затраты на очистку и утилизацию C , тыс. руб.	10	20	10	25	10	20	10	25	35	20	
Капитальные вложения в очистные сооружения, K , тыс. руб.	100	200	100	250	100	200	100	250	300	200	
Корректировочные коэффициенты											
	K_H	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	1,7	2,1	1,5	1,9	2,0
	K_L	1,1	1,2	1,35	1,45	1,1	1,2	1,35	1,45	1,1	1,2
	K_Φ	1,05	1,1	1,15	1,25	1,05	1,1	1,15	1,25	1,05	1,1
K_3	1,3	1,35	1,4	1,3	1,35	1,6	1,3	1,35	1,7	1,3	

Указания к решению задачи

1. Определить предотвращенный ущерб Y' (т.е. чистый доход, который имеет народное хозяйство в результате внедрения природоохранных мероприятий)

$$Y' = Y_D - Y_{II}, \text{ тыс. руб.}$$

2. Рассчитать средозащитный эффект \mathcal{E}_C предприятия от внедрения природоохранного мероприятия.

$$\mathcal{E}_C = Y' - (C + E_H \cdot K), \text{ тыс. руб.,}$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений средозащитного назначения. E_H принять равным 0,12.

3. Определить народнохозяйственный ущерб до внедрения мероприятий

$$Y' = Y_D (K_H + K_L + K_\Phi + K_3), \text{ тыс. руб.}$$

4. Определить народнохозяйственный ущерб от оставшегося объема вредных выбросов после внедрения мероприятий

$$Y'_{II} = Y_D (K_H + K_L + K_\Phi + K_3), \text{ тыс. руб.}$$

5. Определить предотвращенный народнохозяйственный эффект

$$Y'_{H.X.} = Y'_D - Y'_{II}, \text{ тыс. руб.}$$

6. Рассчитать экономический эффект, полученный народным хозяйством в целом от внедрения природоохранных мероприятий

$$\mathcal{E}_{H.X.} = Y'_{H.X.} - 3,$$

где 3 – приведенные затраты в мероприятие

$$3 = C + E_H \cdot K.$$

7. Произвести расчет эффективности капитальных вложений в природоохранное мероприятие

$$E_{OC} = \frac{\mathcal{E}_{H.X.}}{K}.$$

8. Определить экологическую эффективность мероприятия на 1 руб. затраченных средств в очистку

$$E_{ЭКОЛ} = \frac{\Delta Q_3}{C + E_H \cdot K}, \text{ тыс. руб.,}$$

где ΔQ_3 – снижение объема загрязняющих выбросов, которое определяется по формуле $\Delta Q_3 = Q_D - Q_{II}$ (тыс.т.)

9. Сделать выводы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10 Защита расчетно-графической работы

Цель: формирование способностей к обобщению информации, аргументированному отстаиванию своих предложений, развитие умений подготовки выступлений, навыков публичных выступлений и ведения дискуссий

Методические рекомендации:

Занятие проходит в форме конференции на последнем практическом занятии. Обсуждение происходит в диалоговом режиме между студентами и преподавателем.

Итоговый проект оформляется в виде контрольной работы, требования и рекомендации по выполнению которой представлены ниже.

3. Методические рекомендации выполнению расчетно-графической работы «Расчет капитальных затрат и экономической эффективности экологического проекта»

Задание: провести расчеты капитальных затрат и экономической эффективности экологического проекта.

2.1 Показатели и оценка экономической эффективности экологического проекта

Внедрение природоохранных мероприятий требует немалых инвестиций, что вызывает необходимость оценки экономической эффективности вложения средств и обоснование инвестиций, основная цель которого - обосновать, за счёт чего будут возвращаться средства и в какой срок. Экономическое обоснование целесообразности внедрения природоохранных мероприятий производится путём сопоставления результатов мероприятий с произведенными затратами и расчета показателей абсолютной (общей) и сравнительной экономической эффективности. В условиях рыночной экономики при дефиците собственных средств предприятие вынуждено обращаться к инвесторам. Оформив кредит в банке, предприятие принимает на себя обязательство возратить деньги в определённый срок. В результате этого в план реализации проекта природоохранных мероприятий включается ещё одна фаза - период возврата вложенных средств, а к экономическому и экологическому обоснованию прибавляется ещё обоснование инвестиций. Это требует учёта фактора времени.

Фактор времени необходимо учитывать также для мероприятий, которые имеют длительные сроки реализации и разные по годам величины эффектов, текущих и капитальных затрат (например, восстановление лесов; рекультивация земель; внедрение ресурсосберегающих, малоотходных и экологически чистых технологий и производств и др.). Учёт неравноценности разновременных затрат и результатов производится путём их дисконтирования или компаундирования, в результате чего денежные потоки в разные периоды времени приводятся в сопоставимый вид, т.е. к единому моменту времени.

Процедура приведения потока к начальному периоду проводится путем умножения этих же текущих величин потока на коэффициент дисконтирования, учитывающий уменьшение значимости денежного потока при его отдалении во времени. Такая процедура называется дисконтированием.

Методы оценки приемлемости инвестиций, основанные на применении концепции дисконтирования, предполагают расчёт дисконтированных показателей экономической эффективности инвестиций в проектируемые экологические мероприятия. Расчеты проводятся либо в реальном (без влияния инфляции), либо в номинальном исчислении (с учётом инфляции).

Дисконтированные показатели.

В настоящее время, в проектном анализе, широкое распространение получила практика применения следующих дисконтированных показателей:

- денежный поток (Cash Flow — CF);
- кумулятивный денежный поток (Cumulative Cash Flow — CCF);
- чистый приведенный доход (Net Present Value — NPV);
- индекс рентабельности инвестиций (Profitability Index — PI)

- срок окупаемости (Payback period PP); - внутренняя норма прибыли (Internal Rate of Return — IRR).

Чистый доход от реализации инвестиционного проекта представляет собой разницу между поступлениями (притоком средств) и выплатами (оттоком средств) предприятия в процессе реализации проекта в каждом интервале времени в течение расчетного периода.

Поступления представляют собой результат, получаемый в результате осуществления проекта в виде экономии от снижения платы за загрязнение окружающей среды, экономии от снижения затрат на приобретение воды из водохозяйственной системы за счёт организации цикла оборотного водоснабжения, выручки от реализации уловленных отходов или от реализации полученной из этих отходов продукции.

Выплаты предприятия складываются из капитальных и текущих затрат. Длительность расчётного периода принимают с учётом:

- срока полезного использования оборудования, период эксплуатации объекта;
- срока окупаемости вложенных средств;
- период возврата денежных средств;
- период реализации проекта мероприятий;
- требований заказчика (инвестора), для которого разрабатывается проект.

В качестве шага по времени принимают период соответствующий месяцу, кварталу или году.

Денежный поток CF_t на каждом шаге расчетного периода равен чистому доходу от продаж Q_t минус инвестиции K_t и текущие затраты в этот период времени:

$$CF_t = Q_t - K_t - U_t, \quad (1)$$

где Q_t — определяется как сумма чистой прибыли и амортизации по основным средствам, используемым в проекте за период t (источники возврата инвестиций), руб;

K_t — сумма инвестиций (капитальных вложений) за период t , руб; U_t — текущие затраты в период t , руб; t — порядковый номер временного шага (интервала).

Кумулятивный денежный поток CCF_t в каждом шаге расчётного периода — денежный поток нарастающим итогом. Он равен сумме денежных потоков за текущий период и предыдущие периоды:

$$CCF_t = \sum_{t=1}^T CF_t, \quad (2)$$

где T — расчётный период.

Дисконтированный денежный поток каждого периода DCF_t равен произведению денежного потока CF_t на коэффициент дисконтирования a_t :

$$DCF_t = CF_t \cdot a_t. \quad (3)$$

Для мероприятий социальной и экологической направленности, значения этого коэффициента принимают на уровне нормы доходности, сложившейся в отрасли или на уровне ставки рефинансирования (учётной ставки).

Если в расчётах используется временной период отличный от года (например, месяц, квартал), то норму дисконта необходимо пересчитывать по формуле: $EP = E_g \cdot n$, (5) где EP — норма дисконта, принимаемая при расчёте, %; E_g — годовая норма дисконта, %; n — число временных периодов в году.

Для учета неравноценности для инвестора сегодняшних и будущих доходов определяется чистый приведенный (дисконтированный) доход, который является производным от показателя чистого дохода.

Чистый приведенный доход (накопленный эффект) NPV определяется нарастающим итогом по каждому периоду расчёта как сумма дисконтированных денежных потоков, т.е. определяется как сумма текущих эффектов за весь расчётный период, которая приведена к начальному шагу:

$$NPV = \sum_{t=1}^T DCF_t, \quad (6)$$

Выбор нормы дисконтирования E_g существенно влияет не только на оценку эффективности проекта, но и на выбор одного проекта из нескольких по показателю NPV.

Положительное значение $NPV > 0$ считается подтверждением целесообразности инвестирования денежных средств в проект при данной норме дисконта. В результате реализации такого проекта ценность предприятия возрастет. Если $NPV = 0$, то может быть принято любое решение. Реализация такого проекта не увеличивает благосостояние акционеров, но приводит к росту масштабов компании, поэтому большинство экспертов склоняется к тому, что такой проект должен быть принят. Если же значение $NPV < 0$, то данное вложение считается неэффективным. Если инвестиционный проект будет реализован при отрицательном NPV , то инвестор понесет убытки. Индекс рентабельности инвестиций PI — отражает уровень превышения притоков над оттоками денежных средств по проекту. Таким образом, PI показывает относительную прибыльность проекта или дисконтированную стоимость денежных поступлений от проекта в расчёте на единицу дисконтированных вложений.

Индекс прибыльности тесно связан с NPV . Если NPV положителен, то и $PI > 1$, следовательно, проект эффективен, и его следует принять. И наоборот, если $NPV < 0$, тогда и $PI < 1$ — проект следует отклонить, а если $PI = 1$ — возможно любое решение.

PI является некоторой «мерой устойчивости» проекта. Чем выше PI , тем выше «запас прочности» проекта в случае некоторой переоценки выгод проекта.

Срок окупаемости PP — период возврата вложенных средств. Определяется в виде целого числа по тому периоду, когда величина чистого приведенного дохода меняет знак «—» на «+».

Внутренняя норма прибыли IRR — это такое значение нормы дисконта E , при котором величина чистого приведенного дохода $NPV = 0$.

Это максимальный процент, на который может рассчитывать инвестор, чтобы проект окупился за определённый срок. Например, если для финансирования проекта используются деньги банка, то IRR покажет максимальную величину процентной ставки по кредиту, которую теоретически способен окупить проект. Возможны следующие варианты: $IRR > E$ - проект приемлем; $IRR = E$ - возможно любое решение; $IRR < E$ - проект неприемлем. Величину IRR определяют методом последовательных приближений или графическим методом, т.е. построением графика зависимости NPV от E .

Расчет экономической эффективности проекта осуществляется в следующей последовательности

1. Определение капитальных затрат.
2. Расчёт амортизационных отчислений
3. Расчет фонда заработной платы работников.
4. Расчёт стоимости электроэнергии, тепла и воды
5. Расчёт расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.
6. Расчёт расходов на содержание аппарата управления, зданий и сооружений.
7. Расчёт себестоимости
8. Расчёт чистой прибыли
9. Расчёт экономической эффективности проекта

4. Групповые и индивидуальные консультации

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводятся в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания консультативной помощи при подготовке к промежуточной аттестации, участию в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины.

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение практических работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений;
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МГТУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа по дисциплине может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание рефератов, докладов, эссе, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций, составление глоссария и др.;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.
4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.

6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

Работа с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

Решение ситуационных задач (кейс-заданий)

Кейс-задание (англ. *case*- случай, ситуация) - задание, связанное с конкретным последовательностью действий и направленное на разбор, осмысление и решение реальной профессионально-ориентированной ситуации.

Решение ситуационных задач направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации, готовности использовать собственные индивидуальные креативные способности для решения исследовательских задач.

Рекомендации по работе с кейсом:

- сначала необходимо прочитать всю имеющуюся информацию, чтобы составить целостное представление о ситуации; не следует сразу ее анализировать, желательно лишь выделить в ней данные, показавшиеся важными;
- требуется охарактеризовать ситуацию, определить ее сущность и отметить второстепенные элементы, а также сформулировать основную проблему и проблемы, ей подчиненные;
- важно оценить все факты, касающиеся основной проблемы (не все факты, изложенные в ситуации, могут быть прямо связаны с ней), и попытаться установить взаимосвязь между приведенными данными;
- следует сформулировать критерий для проверки правильности предложенного решения, попытаться найти альтернативные способы решения, если такие существуют, и определить вариант, наиболее удовлетворяющий выбранному критерию.

Тема 1. Экономические механизмы обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей природной среды в Российской Федерации.

Структура экономических инструментов охраны окружающей природной среды. Содержание и сущность системы ресурсных платежей. Содержание и сущность системы эмиссионных платежей. Система экологических налогов. Система экономического стимулирования. Финансирование природоохранной деятельности. Планирование

обеспечения экологической безопасности, охраны окружающей природной среды и природопользования. Страхование экологической ответственности

Вопросы для самоконтроля:

1. Расскажите о структуре экономических инструментов охраны окружающей природной среды в РФ
2. В чем заключается сущность системы ресурсных платежей?
3. В чем заключается содержание и сущность системы эмиссионных платежей?
4. Охарактеризуйте систему экологических налогов.
5. Каковы направления финансирования природоохранной деятельности?
6. Что включает в себя страхование экологической ответственности?

Тема 2. Методы оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.

Понятие об ущербе от загрязнения ОС. Формы и виды ущербов. Экономическая оценка ущерба от загрязнения ОС. Механизм формирования экономического ущерба. Методы определения экономического ущерба. Использование показателей предотвращенного экономического ущерба, при проведении природоохранных мероприятий.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение ущерба от загрязнения ОС?
2. Назовите основные формы и виды ущербов.
3. Что включает в себя экономическая оценка ущерба от загрязнения ОС?
4. Какие методы определения экономического ущерба вы знаете?

Тема 3. Природоохранные мероприятия и их экономическая эффективность.

Понятие экономической эффективности. Критерии и методы определения. Основные методы определения экономической эффективности капитальных вложений. Капвложения и эксплуатационные расходы по основам природоохранным мероприятиям. Методика определения экономической эффективности затрат по охране окружающей среды.

Вопросы для самоконтроля:

1. Раскройте понятие экономической эффективности.
2. Каковы критерии и методы определения ЭЭ?
3. Назовите основные методы определения экономической эффективности капитальных вложений.
4. Кратко опишите методику определения экономической эффективности затрат по охране окружающей среды?

Тема 4. Эколого-экономическое обоснование инвестиционного природоохранного проекта.

Основные понятия экономической оценки: рентабельность, период окупаемости, чистая существующая стоимость (NPV), внутренняя норма рентабельности (IRR). Сравнение альтернативных проектов. Показатели экологической эффективности: величины потоков отходов и выбросов, экономия использования ресурсов. Элементы эко-технической оценки. Готовность, пригодность, отбор вариантов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое рентабельность проекта?
2. Как рассчитывается период окупаемости?
3. Что такое чистая существующая стоимость (NPV) и внутренняя норма рентабельности (IRR)?
4. Как проводится классификация проектов «чистого производства» по результатам эколого-экономической оценки?

Тема 5 Примеры опыта финансово-экономического решения экологических проблем.

Основные примеры опыта финансово-экономического решения экологических проблем в Европе. Примеры опыта финансово-экономического решения экологических проблем в России. Примеры опыта финансово-экономического решения экологических проблем в других странах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы основные этапы успешных проектов по экономическому решению экологических проблем?
2. Существует ли разница подходов в финансово-экономическом решении экологических проблем в Европе и России ?
3. Какие примеры финансово-экономического решения экологических проблем вы знаете?

6. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации

Учебным планом по дисциплине «Технико-экономическое обоснование природоохранных мероприятий» предусмотрена(ы) следующая(ие)форма(ы) промежуточной аттестации : зачет.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

