

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра программного обеспечения

Методические указания
для обучающихся по освоению дисциплины
«ФТД.1 Математическая экология»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
09.03.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)

Прикладная информатика в экономике
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы
Программа академического бакалавриата

Квалификация
Бакалавр
Форма обучения
Очная

Год начала реализации программы (набора)
2014, 2015, 2016

г. Орск 2017

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «ФТД.1 Математическая экология» предназначены для обучающихся очной формы обучения направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиля «Прикладная информатика в экономике»

Составитель _____  О.В. Подсобляева

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры программного обеспечения, протокол № 9 от «07» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой программного обеспечения

_____  Е.Е.Сурина

© Подсобляева О.В., 2017
© Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2017

1 Методические указания по проведению лекционных занятий

Лекционные занятия в высшем учебном заведении являются основной формой организации учебного процесса и должны быть нацелены на выполнение ряда задач:

- ознакомить студентов со структурой дисциплины;
- изложить основной материал программы курса дисциплины;
- ознакомить с новейшими подходами и проблематикой в данной области;
- сформировать у студентов потребность к самостоятельной работе с учебной, нормативной и научной литературой.

Лекционное занятие представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем-лектором учебного материала, как правило, теоретического характера.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Чтение курса лекций позволяет дать связанное, последовательное изложение материала в соответствии с новейшими данными науки, сообщить слушателям основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках.

Организационно-методической базой проведения лекционных занятий является рабочий учебный план направления подготовки. При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться учебными программами по дисциплинам кафедры, тематика и содержание лекционных занятий которых представлена в рабочих программах, учебно-методических комплексах.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, использовать различные технические средства обучения.

Рекомендации по работе студентов с конспектом лекций.

Изучение дисциплины студенту следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

При конспектировании лекций студентам необходимо излагать услышанный материал кратко, своими словами, обращая внимание, на логику изложения материала, аргументацию и приводимые примеры. Необходимо выделять важные места в своих записях. Если непонятны какие-либо моменты, необходимо записывать свои вопросы, постараться найти ответ на них самостоятельно. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, впоследствии необходимо либо на следующей лекции, либо на лабораторном занятии или консультации обратиться к ведущему преподавателю за разъяснениями.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. Лекционный материал следует просматривать в тот же день. Рекомендуемую дополнительную литературу следует прорабатывать после изучения данной темы по учебнику и материалам лекции.

Каждая тема имеет свои специфические термины и определения. Усвоение материала необходимо начинать с усвоения этих понятий. Если какое-либо понятие вызывает затруднения, необходимо посмотреть его суть и содержание в словаре (Интернете), выписать его значение в тетрадь для подготовки к занятиям.

При подготовке материала необходимо обращать внимание на точность определений, последовательность изучения материала, аргументацию, собственные примеры, анализ конкретных ситуаций. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

2 Методические указания по лабораторным и практическим работам

Изучение дисциплины «Математическая экология» предполагает посещение обучающимися не только лекций, но и лабораторных работ. Лабораторные работы со студентами предназначены для проверки усвоения ими теоретического материала дисциплины.

Основные цели лабораторных работ:

- закрепить основные положения дисциплины;
- проверить уровень усвоения и понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и самостоятельно изученных по учебной литературе;
- научить пользоваться нормативной и справочной литературой для получения необходимой информации о конкретных технологиях;
- оказать помощь в приобретении навыков расчета точностных характеристик;
- восполнить пробелы в пройденной теоретической части курса и оказать помощь в его усвоении.

Для контроля знаний, полученных в процессе освоения дисциплины на лабораторных занятиях обучающиеся выполняют задания реконструктивного уровня и комплексное практическое задание.

Целью выполнения задания реконструктивного уровня и комплексного задания студентами является систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний, полученных в ходе изучения дисциплины.

Ниже приводятся общие методические указания, которые относятся к занятиям по всем темам:

- в начале каждого лабораторного занятия необходимо сформулировать цель, поставить задачи;
- далее необходимо проверить знания студентами лекционного материала по теме занятий;
- в процессе занятия необходимо добиваться индивидуальной самостоятельной работы студентов;
- знания студентов периодически контролируются путем проведения текущей аттестации (рубежного контроля), сведения о результатах которой доводятся до студентов и подаются в деканат;
- время, выделенное на отдельные этапы занятий, указанное в рабочей программе, является ориентировочным; преподаватель может перераспределить его, но должна быть обеспечена проработка в полном объеме приведенного в рабочей программе материала;
- на первом занятии преподаватель должен ознакомить студентов с правилами поведения в лаборатории и провести инструктаж по охране труда и по пожарной безопасности на рабочем месте;
- преподаватель должен ознакомить студентов со всем объемом лабораторных работ и требованиями, изложенными выше;
- преподаватель уделяет внимание оценке активности работы студентов на занятиях, определению уровня их знаний на каждом занятии.

На лабораторных работах решаются задачи из всех разделов изучаемой дисциплины.

Лабораторная работа

Экономическая эффективность мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и их замене отходами промышленности

Цель работы обосновать экономическую эффективность мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов с учетом замены их отходами промышленности.

Задание. Рассчитать экономическую эффективность природоохранных мероприятий с использованием рациональных способов использования природных материалов (прил. 2).

Методические рекомендации

Основная часть дорожно-строительных материалов производится из природного сырья с практически не возобновляемыми ресурсами. При использовании ресурсов нарушается в целом экологическое равновесие природной среды, все природные ресурсы обладают общими свойствами, они редки и их использование ограничено экологическими факторами.

Использование природных ресурсов связано со значительным расходом энергетического потенциала страны. Сохранение ресурсов создает экологически благоприятные условия жизни и базу для будущего производства.

Дорожная отрасль относится к числу отраслей, в которой успешно могут быть использованы различные отходы промышленности взамен природных ресурсов. В настоящем расчете предлагается заменить традиционную конструкцию дорожной одежды с основанием из щебеночного материала на альтернативную конструкцию из доменного шлака (отходы производства чугуна). Наиболее эффективное применение данного решения может осуществляться в Новокузнецком регионе (место его производства). Новокузнецкие доменные шлаки обладают вяжущими свойствами, их применение вместо щебня в основании дорожных одежд позволяет уменьшить толщину слоя на 10-15%.

Методика расчета

Экономическая эффективность природоохранных мероприятий рассчитывается по формуле

$$Э_{\text{пом}} = R_{\text{экон}} - Z_{\text{пом}}, \quad (2.1)$$

где $R_{\text{экон}}$ — экономические результаты природоохранных мероприятий, руб.; $Z_{\text{пом}}$ — стоимость затрат природоохранных мероприятий, руб.

За результаты природоохранных мероприятий $R_{\text{экон}}$ принята экономия затрат, связанных с размещением отходов промышленности, стоимость отвода земель под полигоны для захоронения отходов и затраты на рекультивацию земли. Кроме того, в сумму экономических результатов включена экономическая стоимость материалов базового варианта строительства дорожной одежды.

Последовательность расчета

1. Расчет норматива платы за размещение отходов на полигонах, исходя из средозащитных затрат:

$$P = (K_{\text{п}} + K_{\text{к}}) / T, \quad (2.2)$$

где P – плата за размещение отходов, руб./год; $K_{п}$ – удельные кап. затраты на захоронение 1т отходов на полигоне с учетом затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.; $K_{к}$ – удельные кап. затраты, необходимые для компенсации отрицательных воздействий, вызываемых размещением 1т неиспользуемых отходов, руб.; T – расчетный период, год.

$$K_{к} = (Z_{з} + Z_{р})S, \quad (2.3)$$

где $Z_{з}$ – экономическая оценка 1 га земли, руб. за га; $Z_{р}$ – затраты на рекультивацию 1 га земли, руб.; S – площадь захоронения 1 тонны отходов, га.

2. Расчет стоимости результатов природоохранных мероприятий:

$$R_{экон} = P \cdot M_{ш} + M_{ш} \cdot C_{ш}, \quad (2.4)$$

где $M_{ш}$ – потребность в доменных шлаках, т; $M_{ш}$ – потребность в щебне, м³; $C_{ш}$ – эколого-экономическая стоимость щебня, руб..

3. Расчет стоимости природоохранных мероприятий:

$$Z_{пом} = 1,3 \cdot (M_{ш} \cdot C_{ш}), \quad (2.5)$$

где $C_{ш}$ – эколого-экономическая стоимость шлака.

4. Расчет экономической эффективности природоохранных мероприятий. Расчет проводится по формуле (2.1).

Все расчеты по лабораторной работе необходимо оформить в виде таблицы (табл. 2.1).
Таблица 2.1

Расчет экономического эффекта от применения Новокузнецкого доменного шлака при устройстве дорожных одежд

№	Показатель	Ед. изм.	Условное обозначение	Численное значение	Источник информации
1	2	3	4	5	6
1	Удельные капитальные затраты на захоронение 1 тонны отходов	руб./т	$K_{п}$	12	[6]
2	Экономическая оценка 1га земли	руб./га	$Z_{з}$	220 000	Земельный кодекс РФ
3	Затраты на рекультивацию 1 га земли	руб./га	$Z_{р}$	71 400	[11]
4	Площадь захоронения 1 тонны отходов	га	S	0.000018	Данные ВНИИРа

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
5	Расчетный период (горизонт расчета)	год	T	1	Зависит от характера воздействия на природу
6	Плата за размещения отходов	руб./т	P		Расчет
7	Потребности в ДСМ				
7.1	по базовому варианту: щебень	m^3	$M_{щ}$		Расчет объема ДСМ исходя из исходных данных
7.2	по альтернативному варианту: шлак	т	$M_{ш}$		
8	Эколого-экономическая стоимость ресурсов				
8.1	Щебня	руб./ m^3	$C_{щ}$		Калькуляция стоимости ресурсов
8.2	Шлак	руб./т	$C_{ш}$		
9	Стоимость затрат на природоохранные мероприятия	руб.	$Z_{пом}$		Расчет
10	Экономическая эффективность природоохранных мероприятий	руб.	$\mathcal{E}_{пом}$		Расчет

Лабораторная работа

Экологическая оценка технологических решений при борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах

Цель работы – сделать сравнительный анализ между фактической потребностью в противогололедных материалах при разных технологиях борьбы с зимней скользкостью с нормативной потребностью; назначить мероприятия по снижению экологической нагрузки на придорожную полосу.

Задание. На основе задания (прил. 3) рассчитать потребность в противогололедных материалах для зимнего содержания дорог с учетом четырех технологий производства работ и сделать сравнительный их анализ с нормативной потребностью.

Методические рекомендации

Организация работ по зимнему содержанию дорог может привести к различной экологической нагрузке на придорожную полосу. Степень загрязнения окружающей среды в зоне прохождения дороги будет зависеть от использования технологий борьбы с зимней скользкостью, норм распределения противогололедных материалов (ПГМ) и, как следствие, времени нахождения дорожного покрытия в неблагоприятном для условий движения состоянии. Большое влияние на это оказывает степень учета метеорологических факторов при организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

Так как влияние метеорологических факторов на условия движения по дороге полностью нельзя исключить, тогда особое значение приобретает правильный выбор стратегии ее содержания, что способствует бесперебойному и безопасному движению автотранспорта и снижению уровня выбросов в атмосферу.

Таким образом, для улучшения экологической обстановки в придорожной полосе в зимний период необходимо решить две противоположные задачи:

- уменьшить время нахождения дороги в неблагоприятном для условий движения состоянии;
- уменьшить количество ПГМ, загрязняющих придорожную полосу.

Для выбора наиболее рациональной схемы организации работ по зимнему содержанию дорог следует сравнить все возможные способы ее осуществления с точки зрения безопасности движения, экологии и экономии средств.

1. Традиционная схема организации зимнего содержания, практикуемая в большинстве дорожных организаций. Ее особенность в том, что метеорологические условия при проведении работ по борьбе с зимней скользкостью практически не используются. При данной схеме организации зимнего содержания дорог работы начинаются с момента обнаружения неблагоприятных условий для движения. Распределение пескосоляной смеси осуществляется КДМ-130 при скорости 30 км/ч и составило 125 г/м². Смесь содержит 89 г песка (71,2%) и 36 г соли (28,8%). Общий расход соли за зимний период определяется по количеству выполненных посыпок по формуле

$$Q_{\text{тр}} = 10^{-6} B \cdot L \cdot g_{\text{факт}} n_{\text{обр}} \quad (3.1)$$

где B – ширина обрабатываемого участка, м; L – длина обрабатываемого участка, м; $g_{\text{факт}}$ – фактическая норма расхода хлоридов, г/м²; $n_{\text{обр}}$ – количество обработок.

2. Схема организации работ по зимнему содержанию, при котором выбор норм распределения ПГМ зависит от температуры воздуха в момент начала работ по борьбе с зимней скользкостью. Преимущество данной схемы состоит в том, что можно контролировать на метеопостах температурный режим, что позволяет контролировать нормы распределения ПГМ при изменении температуры воздуха. В случае понижения температуры воздуха следует производить досыпку солей или отказаться от химического способа борьбы и использовать альтернативные способы (фрикционный материал для повышения коэффициента сцепления). Расход соли в зависимости от температуры воздуха при ликвидации гололеда составил от 40 до 145 г/м², для рыхлого снега – от 10 до 55 г/м². Норма досыпки хлоридов в момент понижения температуры принимается до 5 г/м².

Общий расход соли для этой схемы организации работ определяется по формуле

$$Q_{\text{ПГМ}} = 10^{-6} B \cdot L \cdot (g_{\text{Г}} n_{\text{Г}} + g_{\text{СН}} n_{\text{СН}} + g_{\text{дос}} n_{\text{ск.низк.тем}}), \quad (3.2)$$

где $g_{\text{Г}}$, $g_{\text{СН}}$, $g_{\text{дос}}$ – нормы расхода ПГМ для ликвидации гололеда, рыхлого снега и при досыпке в случае понижения температуры воздуха, г/м²; $n_{\text{Г}}$, $n_{\text{СН}}$, $n_{\text{ск.низк.тем}}$ – количество дней с гололедом, снегопадом и пониженной температурой воздуха.

3. Для повышения эффективности применения ПГМ и уменьшения количества случаев, при которых необходима досыпка ПГМ при изменении погодных условий, рассмотрим схему организации работ, учитывающую минимальную температуру воздуха в период образования скользкости. Данная схема организации работ позволит исключить досыпку соли или заранее отказаться от ее использования. Необходимое количество ПГМ для данной схемы организации работ определим по формуле

$$Q_{\text{ПГМ}} = 10^{-6} B \cdot L \cdot g_{\text{min}} n_{\text{ск}}, \quad (3.3)$$

где g_{min} – норма расхода хлоридов при ожидаемой минимальной температуре, г/м² (принимается при ликвидации гололедных явлений 40 г/м²); $n_{\text{ск}}$ – количество случаев образования скользкости.

4. Профилактические мероприятия, основанные на использовании краткосрочных специализированных метеопрогнозах. При профилактической обработке покрытия для предотвращения образования гололедных отложений достаточно распределения 5-15 г реагентов на 1 м² покрытия. Трудность практического использования данного метода состоит в необходимости определения интенсивности осадков в период их выпадения, поэтому вероятность правильного распознавания скользкости будет равна P , в то время как вероятность ошибочного распознавания составит $(1 - P)$, тогда в этих случаях борьбу с зимней скользкостью придется вести традиционным способом. Исходя из этого, общее количество ПГМ определяется по формуле с учетом 85% вероятности

прогноза:

$$Q_{\text{пр}} = 10^{-6} B \cdot L(n_{\Gamma} + n_{\text{сн}}) \left[P \cdot g_{\text{пр}} + (1 - P) g_{\text{факт}} \right], \quad (3.4)$$

где $g_{\text{пр}}$ · $g_{\text{факт}}$ – нормы расхода хлоридов при профилактической обработке и при борьбе с зимней скользкостью.

Для обеспечения охраны природной среды нормативные документы рекомендуют ограничить количество ПГМ, распределяемых на единицу площади (1 м²) за весь зимний период. В табл. 3.1 представлены нормативные потребности ПГМ в зависимости от региона.

Последовательность расчета

В соответствии с заданием (см. прил. 3) рассчитать потребности в ПГМ для разных схем организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

1. Сделать сравнительный анализ фактической потребности в ПГМ с нормативной. Данный анализ представить в виде гистограммы с отображением значений по разным технологиям производства работ.
2. Предложить мероприятия по уменьшению экологической нагрузки на придорожную полосу для условий зимнего содержания дорог.

Таблица 3.1

Нормативная потребность в противогололедных материалах на территории Российской Федерации

Наименование региона	Срок зимнего периода			Число дней со скользкостью	Потребность, т/1000м ²
	начало	конец	продолжительность		
1	2	3	4	5	6
Архангельск	20.10	21.04	179	112	2,2
Белгород	15..11	23.03	189	64	0,8
Благовещенск	20.10	9.04	171	33	0,8

Окончание табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
Владимир	2.11	4.04	154	79	1,9
Волгоград	16.11	23.03	189	59	0,7
Воронеж	10.11	27.03	141	72	0,9
Екатеринбург	20.11	9.04	178	73	1,9
Иваново	31.10	6.04	158	95	1,8
Иркутск	16.10	13.04	180	63	1,5
Казань	31.10	6.04	156	80	2,0
Кемерово	19.10	18.04	182	87	1,6
Краснодар	20.12	24.02	64	32	0,1
Красноярск	23.10	8.04	168	66	1,4
Москва	5.11	5.04	152	79	1,7
Мурманск	17.10	21.04	187	106	1,5
Новгород	5.11	2.04	146	71	1,1
Новосибирск	22.10	17.04	178	98	2,2
Омск	20.10	14.04	177	68	1,3
Ростов	27.11	18.03	113	46	0,2
Санкт-Питер.	11.11	3.04	143	85	1,2
Томск	8.10	17.04	183	105	3,5
Тюмень	21.10	7.04	169	64	1,8
Хабаровск	27.10	7.04	162	39	1,2
Челябинск	23.10	8.04	168	65	1,7
Якутск	3.10	1.05	211	82	1,3

Лабораторная работа

Оценка экономического эффекта от очистки поверхностного стока

Цель работы проанализировать методики определения экономической эффективности и оценки ущерба от действия загрязняющих веществ на поверхностный сток.

Задания. 1. Определить экономический эффект и общую (абсолютную) экономическую эффективность строительства сооружения для очистки поверхностного стока в районе согласно заданию (прил. 5).

2. Определить ущерб, наносимый народному хозяйству в результате сброса поверхностного стока с территории промышленного предприятия.

3. Определить экономическую эффективность очистки поверхностного стока промышленного предприятия по величине предотвращенного ущерба.

Методические рекомендации

Общая (абсолютная) экономическая эффективность природоохранных затрат определяется по формуле

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{C + E_{\text{н}} K}, \quad (5.1)$$

где \mathcal{E}_{ij} – экономический эффект, руб.; C – годовые эксплуатационные

расходы на обслуживание и содержание очистных сооружений, руб.; K – капитальные вложения в строительство сооружений, руб.; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, год⁻¹, $E_n = 0,12 - 0,15$.

Числитель в формуле (5.1) выражает полный экономический эффект i -го вида, полученный от предотвращения загрязнения среды (в данном случае воды) на j -м объекте, а знаменатель – годовые приведенные затраты на осуществление природоохранных мероприятий.

В ряде случаев для оценки экономической эффективности наряду с показателем \mathcal{E}_3 определяется общая (абсолютная) эффективность капитальных вложений по формуле

$$\mathcal{E}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{C} \cdot K \quad (5.2)$$

В этом случае предотвращенный экономический эффект равен $\mathcal{E}_{пр} = Y_{пр} - (C + E_n K)$, (5.3)

где $Y_{пр}$ – предотвращенный годовой ущерб при использовании природоохранных мероприятий, руб.

Экономический ущерб от сброса в водный объект загрязненных сточных вод на i -ом водохозяйственном участке вычисляется по формуле

$$Y_{пр} = \square \cdot \square_k \cdot M, \quad (5.4)$$

где \square – константа, числовое значение которой равно 443 руб./ усл.т;

\square_k – константа для различных участков водотоков (табл. 5.1); M – приведенная масса годового сброса примесей данным источником загрязнения на i -ом водохозяйственном участке, усл.т / год:

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \cdot m_i, \quad (5.5)$$

здесь N – общее число примесей, сбрасываемых объектом; m_i – общая масса годового сброса i -й примеси, т; A_i – показатель относительной агрессивности i -го вещества в водном объекте.

Таблица 5.1

Значения константы \square_k для различных водохозяйственных участков

Наименование бассейнов и створов	Административный состав участников	Значение \square_k
1	2	3
Устье Волги	Карельская республика, Ленинградская и Псковская области	0,47
Волга, устье р. Ока	Орловская, Калужская, Тульская, Московская, Рязанская, Владимирская, Ивановская и Ярославская области	2,6
Волга ниже г. Нижний Новгород	Калининская, Костромская, Смоленская области	0,9

Окончание табл. 5.1

1	2	3
Урал, Уральск, Обь, Новосибирск	Оренбургская область, Алтайский край, Новосибирская область (юго-восточная часть)	0,34
Обь, устье р. Томь	Новосибирская область (восточная часть), Томская область	0,92
Обь, Обь-Чулым	Кемеровская область (восточная часть), Томская область	0,7
Обь, устье р. Иртыш	Тюменская область (южная часть), Омская, Новосибирская (западная часть) области	0,81
Обь, устье р. Тобол	Курганская, Челябинская области	0,97
Енисей, Красноярск	Тува, Красноярский край	0,19
Лена, Якутск	Иркутская область, Якутия (южная часть)	0,15
Лена, устье	Якутия (центральная и северная части)	0,14
Амур, устье	Амурская область, Хабаровский и Приморский края	0,19

Для каждого загрязняющего вещества показатель относительной агрессивности (опасности) сброса определяется по формуле

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_{pi}} \quad (5.6)$$

где ПДК_{pi} – предельно допустимая концентрация *i*-го загрязняющего вещества в воде водных объектов, используемых для водохозяйственных целей (табл. 5.2).
Таблица 5.2

Значения константы A_i для некоторых загрязняющих веществ

Вещества	ПДК, г/м ³	A_i , усл. т/т
Взвешенные вещества	20	0,05
Сульфаты	-	0,002
Хлориды	-	0,003
Нефть и нефтепродукты	0,05	20
Медь	0,01	100
Цинк	0,01	100
Аммиак	0,05	20
БПК _{полн}	3	0,33

Общая масса годового сброса *i*-й примеси определяется по формуле

$$m_i = K_i \cdot W, \quad (5.7)$$

где K_i – концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах, т/м³;
 W – годовой объем поверхностных вод, м³.

Применительно к поверхностному стоку годовой объем сточных вод состоит из годового объема дождевых вод W_D , годового объема талых вод W_T и годового объема поливочных вод W_{II} :

$$W = W_D + W_T + W_{II} \quad (5.8)$$

В свою очередь,

$$\begin{aligned} W_D &= 10 \cdot h_D \cdot \square_D \cdot S_D; \\ W_T &= 10 \cdot h_T \cdot \square_T \cdot S_T; \end{aligned} \quad (5.9)$$

$$W_{II} = 10 \cdot N_{II} \cdot \square_{II} \cdot S_{II} \cdot m,$$

где h_D, h_T – среднегодовой слой осадков за теплый период года и слой талых вод, мм; N_{II} – среднее количество моек в году; $\square_D, \square_T, \square_{II}$ – коэффициенты стока соответственно для дождевых, талых вод и покрытия; S_D, S_T, S_{II} – площади бассейна водосбора соответственно для дождевых, талых вод и покрытий, подвергаемых мокрой уборке, га; m – расход воды на одноразовую мойку 1 м² дорожных покрытий, л (в среднем принимается от 1,2 до 1,5 л).

Среднегодовые стоки h_D, h_T принимаются для данного участка по сведениям метеостанций или климатическим справочникам. Коэффициент стока для дождевых вод определяется как средневзвешенная величина для всей площади стока; при этом для водонепроницаемых покрытий берут в пределах 0,6-0,8; для грунтовочных поверхностей – 0,2, для газонов – 0,1.

При ориентировочных расчетах допустимо принимать \square_D для средних городов и кварталов современной застройки, равным 0,4-0,5, для небольших городов и рабочих поселков – 0,3-0,4. Коэффициент стока \square_T обычно принимается в пределах 0,5-0,7, а коэффициент \square_{II} – в среднем 0,5.

При расчете предотвращенного ущерба от сброса поверхностного стока с территорий городов и поселков загрязнения, сбрасываемые с поливочными водами, обычно не учитывают. Тогда

$$m_i = K_{iD} \cdot W_D + K_{iT} \cdot W_T \quad (5.10)$$

При расчете ущерба от сброса поверхностных вод с территорий промышленных площадок принимается во внимание годовой объем стока поливочных вод. Дождевые и талые воды на территории населенных мест обычно загрязняются взвешенными веществами, органическими примесями и нефтепродуктами.

Среднее содержание взвешенных веществ в 1 л дождевых вод городов и поселков составляет около 1,6 г, т. е. $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 , среднее БПК_{полн} для тех же условий — 50–100 мг на 1 л, или $K_2 = 0,050 \cdot 10^{-3} - 0,110 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 . Среднее содержание нефтепродуктов 15–30 мг на 1 л, или $K_3 = 0,015 \cdot 10^{-3} - 0,03 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 . Для талых вод населенных пунктов средняя концентрация взвешенных веществ $K_{1т} = 3 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 , среднее значение БПК_{полн} $K_{2т} = 0,10 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 , среднее содержание нефтепродуктов составляет $K_{3т} = 0,03 \cdot 10^{-3} - 0,04 \cdot 10^{-3}$ т на 1 м^3 .

Величина предотвращенного либо уменьшенного ущерба рассчитывается также по методу «приведенного объема сточных вод» пропорционально количеству и степени вредности удаляемых загрязнений с очистных сооружений с использованием удельного показателя ущерба на единицу этого объема.

Приведенный объем сточных вод – это величина, позволяющая в сопоставимом виде путем условного разбавления до норм ПДК выразить степень вредности загрязняющих компонентов, содержащихся в сточных водах, и таким образом через удельный показатель ущерба на единицу приведенного объема сточных вод определить долевое участие рассматриваемого объекта в нанесении или предотвращении ущерба народному хозяйству в данном районе. Приведенный объем поверхностного стока определяется по формуле

$$P_q = V_q \sum_{k=1}^n \frac{L a_k - a_k'}{A_k} \quad (5.11)$$

где V_q – годовой объем сбрасываемого поверхностного стока, млн м^3 ;

a_k и a_k' – концентрация отдельного загрязняющего вещества в 1 л

поверхностного стока соответственно до и после очистки, мг;

A_k –

установленный норматив (ПДК) для данного вещества в воде водоема, мг/л.

Величина предотвращенного ущерба рассчитывается с помощью его

удельного показателя $Y_{уд}$ на единицу приведенного объема поверхностного стока пропорционально количеству, концентрации и вредности снимаемых с очистных сооружений загрязнений:

$$Y_{пр} = Y_{уд} \cdot P_q \quad (5.12)$$

Величина удельного показателя ущерба на единицу приведенного объема определяется по данным обследования рассматриваемого бассейна с учетом фактического ущерба, наносимого народному хозяйству в результате сброса определенного количества загрязняющих сточных вод.

Последовательность расчета

В соответствии с заданием решить три отдельные задачи в следующей последовательности:

1. Определить экономический эффект и общую (абсолютную) экономическую эффективность строительства сооружения для очистки поверхностного стока в районе согласно заданию (см. прил. 5, табл. 5.1).

1.1. Определить годовой объем дождевых вод, талых вод по формуле (5.9).

1.2. Определить общую массу годового сброса взвешенных веществ, БПК дождевых и талых вод, нефтепродуктов по формуле (5.10).

1.3. Определить массу годового сброса примесей в водный объект до строительства очистных сооружений, вычисляется по формуле (5.5) при 75%-ной

очистке поверхностного стока.

1.4. Определить годовой экономический ущерб по формуле (5.4).

1.5. Определить приведенные затраты на строительство и эксплуатацию очистной станции, годовой экономический эффект и общую экономическую эффективность на 1 руб. затрат.

1.6. По результатам расчета сделать вывод.

2. Требуется определить ущерб, наносимый народному хозяйству в результате сброса поверхностного стока с территории промышленного предприятия согласно заданию (см. прил. 5, табл. 5.1).

2.1. Определить приведенный объем поверхностного стока предприятия по формуле (5.11).

2.2. Результаты расчета представить в виде табл. 5.3.

Таблица 5.3

Показатели вредности загрязняющих веществ компонентов поверхностного стока

Наименование загрязняющих веществ	ПДК, мг/л (см. табл. 5.2)	Концентрация загрязнений, мг/л (исходные данные)	Кратность разбавления
Нефтепродукты			
Взвешенные вещества			
БПК ₂₀			
Итого	-	-	

Примечание. Кратность разбавления определяется отношением концентрации загрязнений к ПДК.

2.3. Рассчитать годовой ущерб, наносимый народному хозяйству сбросом неочищенных вод поверхностного стока по формуле (5.12).

3. Необходимо определить экономическую эффективность очистки поверхностного стока промышленного предприятия по величине предотвращенного ущерба согласно заданию (см. прил. 5, табл. 5.2).

3.1. Дать характеристику стока до и после очистки в табличной форме (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Показатели вредности загрязняющих компонентов поверхностного стока

Наименование загрязняющих веществ	ПДК (А), мг/л	Сброс до очистки		Сброс после очистки	
		a_k	a_k А	a_k'	a_k' А'
БПК ₂₀					
Нефтепродукты					
Взвешенные вещества					
Медь					
Цинк					

3.2. Рассчитать предотвращенный ущерб по формуле (5.12).

3.3. Рассчитать годовой экономический ущерб от строительства очистных сооружений по формуле (5.3).

3.4. По результатам расчета сделать вывод.

3 Методические указания по самостоятельной работе

Для успешного освоения курса «Математическая экология» необходима самостоятельная работа. В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента – умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала, быть творческой личностью.

Самостоятельную работу по освоению дисциплины обучающимся следует начинать с изучения содержания рабочей учебной программы дисциплины, цели и задач, структуры и содержания курса, основной и дополнительной литературы, рекомендованной для самостоятельной работы.

Самостоятельная учебная деятельность является необходимым условием успешного обучения. Многие профессиональные навыки, способность мыслить и обобщать, делать выводы и строить суждения, выступать и слушать других, – все это развивается в процессе самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины включает:

- самостоятельное изучение разделов;
- самоподготовку (проработку и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);
- подготовку к лабораторным работам;
- подготовку к рубежному и итоговому контролю.

Самостоятельная учебная работа – условие успешного окончания высшего учебного заведения. Она является равноправной формой учебных занятий, наряду с лекциями, семинарами, экзаменами и зачетами, но реализуемая во внеаудиторное время.

Эффективность аудиторных занятий во многом зависит от того, насколько умело студенты организуют в ходе них свою самостоятельную учебную познавательную деятельность. Такая работа также способствует самообразованию и самовоспитанию, осуществляемому в интересах повышения профессиональных компетенций, общей эрудиции и формировании личностных качеств.

Самостоятельная работа реализуется:

1. непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, лабораторных занятиях, при проведении рубежного контроля;
2. в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий;
3. в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных задач.

В процессе проведения самостоятельной работы необходимо производить подбор литературных источников, научной периодической печати и т.д

4 Методические указания по итоговому контролю

Итоговый контроль знаний по дисциплине «Математическая экология» проводится в форме зачета. Для подготовки к итоговому контролю знаний по дисциплине «Математическая экология» обучающиеся используют перечень вопросов, приведенный в фонде оценочных средств. Зачет проводится в устной форме. В э билет включен один теоретический вопрос. На подготовку студенту отводится 20-25 минут. На дифференцированном зачете ответы обучающегося оцениваются с учетом их полноты, правильности и аргументированности с учетом шкалы оценивания.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает,

умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе профессиональные термины, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту за отсутствие знаний по дисциплине, представления по вопросам, непонимание материала по дисциплине, наличие коммуникативных «барьеров» в общении, отсутствие ответа на предложенный вопрос.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Информационные системы и их безопасность [Текст] : учебное пособие / А. В. Васильков, А. А. Васильков, И. А. Васильков. - Москва : Форум, 2012. - 528 с. - Библиогр. : с. 513-514. - ISBN 978-5-91134-289-0. (ОГТИ ч/з N4-1; аб.ТБ-18), коэффициент книгообеспеченности 1

5.2 Дополнительная литература

1. Системы защиты информации в ведущих зарубежных странах : учебное пособие для вузов / В.И. Аверченков, М.Ю. Рытов, Г.В. Кондрашин, М.В. Рудановский. - 3-е изд., стер. - М. : Флинта, 2011. - 224 с. - (Организация и технология защиты информации). - ISBN 978-5-9765-1274-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=93351, коэффициент книгообеспеченности 1.

2. Основы информационной безопасности. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / Сычев Ю. Н. - Евразийский открытый институт, 2010. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93351>, коэффициент книгообеспеченности 1.

3. Основы информационной безопасности при работе на компьютере [Электронный ресурс] / Фаронов А. Е. - Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233763&sr=1, коэффициент книгообеспеченности 1.

4. Правовые основы информатики. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / Ефимова Л. Л. - Евразийский открытый институт, 2011. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=93155&sr=1, коэффициент книгообеспеченности 1.

5. Организация безопасной работы информационных систем : учебное пособие / Ю.Ю. Громов, Ю.Ф. Мартемьянов, Ю.К. Букурако и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 132 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277794>, коэффициент книгообеспеченности 1.

6. Креопалов, В.В. Технические средства и методы защиты информации : учебно-практическое пособие / В.В. Креопалов. - М. : Евразийский открытый институт, 2011. - 278 с. - ISBN 978-5-374-00507-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90753>, коэффициент книгообеспеченности 1.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий»
2. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы»
3. Журнал «Стандарты и качество»
4. Журнал «Прикладная информатика»

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»- <http://window.edu.ru/>
2. КиберЛенинка - <https://cyberleninka.ru/>
3. Университетская информационная система Россия- uisrussia.msu.ru
4. Бесплатная база данных ГОСТ- <https://docplan.ru/>

5.4.2 Тематически непрофессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Портал искусственного интеллекта – [AIPortal](#)
2. Web-технологии – [Web-технологии](#)
3. Электронная библиотека Института прикладной математики им. М.В. Келдыша – [Электронная библиотека публикаций Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН](#)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/>
2. ЭБС Znanium.com – <https://znanium.com/>

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. <https://www.ixbt.com> - Интернет-издание о компьютерной технике, информационных технологиях и программных продуктах. На сайте публикуются новости ИТ, статьи с обзорами и тестами компьютерных комплектующих и программного обеспечения.
2. <http://www.intuit.ru> – ИНТУИТ – Национальный открытый университет.
3. http://citforum.ru/SE/project/arkhipenkov_lectures – Лекции по управлению программными проектами автор А. Архипенков

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Enrollment for Education Solutions (EES) по государственному контракту: № 2К/17 от 02.06.2017 г.;
Текстовый редактор	Notepad++	Свободное ПО, https://notepad-plus-plus.org/

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем	Microsoft Visio Standard 2007	Сертификат MicrosoftOpenLicense № 46284547 от 18.12.2009 г., академическая лицензия на рабочее место
Интегрированная среда разработки программного обеспечения	Microsoft Visual Studio Professional 2008	Сертификат MicrosoftOpenLicense № 46284547 от 18.12.2009 г., академическая лицензия на рабочее место
	Embarcadero RAD Studio 2010 Professional	Образовательная лицензия по государственному контракту № 32/09 от 17.12.2009 г., сетевой конкурентный доступ
	Turbo Pascal 7.0 for DOS	Образовательная лицензия по государственному контракту № 34/10 от 10.12.2010 г., лицензия на рабочее место
	Borland C++ 3.1 for DOS	Образовательная лицензия по государственному контракту № 34/10 от 10.12.2010 г., лицензия на рабочее место
	Dev-C++	Свободное ПО, http://www.gnu.org/licenses/gpl.html

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения лабораторных работ используются компьютерный класс (ауд. № 4-113, 4-116, 4-117), оборудованный средствами оргтехники, программным обеспечением, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ (ауд. № 4-307).

Наименование помещения	Материально-техническое обеспечение
Учебные аудитории: - для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, - для групповых и индивидуальных консультаций; - для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, классная доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран, ноутбук с выходом в сеть «Интернет»)
Компьютерные классы № 4-113, 4-116, 4-117	Учебная мебель, компьютеры (29) с выходом в сеть «Интернет», проектор, экран, лицензионное программное обеспечение
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, для курсового	Учебная мебель, компьютеры (3) с выходом в сеть «Интернет» и обеспечением доступа в

проектирования (выполнения курсовых работ)	электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, программное обеспечение
--------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для проведения занятий лекционного типа используются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия:

- презентации к курсу лекций