

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
НИТУ «МИСИС»
от «27» июня 2025 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра горного дела</u>
Направление подготовки	<u>20.03.01 Техносферная безопасность</u>
Специализация	<u>Безопасность технологических процессов и производств</u>
Квалификация	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	<u>3 ЗЕТ</u>

Часов по учебному плану	<u>108</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	<u>36</u>
самостоятельная работа	<u>72</u>
часов на контроль	<u> </u>
Семестр(ы) изучения	<u>4</u>

Формы контроля:
зачет

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	18	18	18
Практические	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль	-	-	-
Итого:	108	108	108

Год набора 2025

.

Программу составил:
Казанцев Антон Александрович, доцент, к.т.н.
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью

Рабочая программа дисциплины
Системный анализ и моделирование процессов в техносфере

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень бакалавриата федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность ((приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:
20.03.01 Техносферная безопасность, Безопасность технологических процессов и производств,
утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 27.06.2025 г., протокол №5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «11» июня 2025 г. № 7

Зам. зав. кафедрой ГД

подпись

Г.М. Тарасенко

«11» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО
Доцент кафедры горного дела, к.э.н.

подпись

Д.В. Ермолаев

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся фундаментальных и прикладных знаний, необходимых для изучения общенаучных и специальных дисциплин.	
Задачи дисциплины:	
1. Формирование у студентов представления о роли и месте теории систем и системного анализа при решении задач техносферной безопасности.	
2. Приобретение навыков выявления и учета закономерностей функционирования и развития сложных систем.	
3. Освоение методик организации процесса принятия решений; знакомство с типовыми моделями системного анализа.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Математика I
2.1.2	Информатика
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Промышленная безопасность
2.2.2	Безопасность жизнедеятельности
2.2.3	Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 1
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.7	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-2: способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск ориентированного мышления, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области	
Знать:	З-1. Принципы системного подхода и этапы системного анализа, основные статистические показатели и методы их расчетов применительно к сфере техносферной безопасности
Уметь:	У-1. Выбирать инструментальные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей.
Владеть навыком:	Н-1. Навыками построения простейших математических моделей типовых профессиональных задач, математическими методами при исследовании процессов в техносферной безопасности
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки в соответствующей профессиональной области	
Знать:	З-1. Современные технические средства, характеризующие деятельность хозяйствующих субъектов в области техносферной безопасности
Уметь:	У-1. Анализировать результаты расчетов и обосновать выводы.
Владеть навыком:	Н-1. Практическими навыками построения и исследования математических моделей защиты в чрезвычайных ситуациях
ПК-2: способен анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов	
Знать:	З-1. О роли системного подхода в сфере безопасности.
Уметь:	У-1. Строить математические модели систем и обоснованно выбирать метод системного анализа
Владеть навыком:	Н-1. Работы с законодательными и правовыми актами в области техносферной безопасности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Теоретический	4	18			4
1.1	Методологические основы системного анализа. 1. Общие принципы системного анализа 2. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере 3. Модели и моделирование 4. Экспертные системы /лекция/	4	6	ОПК-2, 3-1 ОПК-4, 3-1 ПК-2, 3-1	Л 1.1 Л 2.1	
1.2	Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере 1. Системный подход к исследованию опасных процессов в техносфере 2. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей /лекция/	4	6	ОПК-2, 3-1 ОПК-4, 3-1 ПК-2, 3-1	Л 1.1 Л 2.1	
1.3	Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба. 1. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий. 2. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам. /лекция/	4	6	ОПК-2, 3-1 ОПК-4, 3-1 ПК-2, 3-1	Л 1.1 Л 2.1	
2	Раздел 2. Практический	4	18			
2.1	Решение логических задач /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.2	Анализ моделей типа «дерево происшествий» /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.3	Определение резервов времени работ, построение диаграммы Ганта. /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.4	Прогнозирование вероятности наступления чрезвычайных ситуаций /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.5	Прогнозирование и оценка обстановки при ураганах /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.6	Прогнозирование и оценка обстановки при наводнениях /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.7	Прогнозирование и оценка обстановки при пожарах /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.8	Прогнозирование и оценка обстановки при взрыве конденсированных взрывчатых веществ /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
2.9	Прогнозирование вероятности наступления чрезвычайных ситуаций. /практика/	4	2	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
3	Самостоятельная работа студента	4	72			
3.1	Темы для самостоятельной проработки: 1. Развитие и возникновение системных представлений.	4	36	ОПК-2, 3-1 ОПК-4, 3-1 ПК-2, 3-1	Л 1.1 Л 2.1	

	2. Компоненты системы. Схема компонентов системы.. 3. Состояние и функционирование системы. 4. Функции обратной связи. 5. Структура системы. 6. Классификация систем.					
3.2	Выполнение домашнего задания (реферат с презентацией)	4	14	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
3.3	Работа с лекционным материалом, повторение тем лекций	4	18	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	
3.4	Подготовка и выполнение контрольных работ (2 работы)	4	4	ОПК-2, У-1, У-2, Н-1 ОПК-4, У-1, Н-1 ПК-2, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 2.1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Вопросы для проверки знаний:

1. Что понимается под системными исследованиями?
2. Чем отличаются системные исследования от традиционных?
3. Какие из указанных ниже форм системных исследований носят теоретический характер, а какие прикладной:
А) системный подход;
Б) общая теория систем;
В) системный анализ;
Г) теория систем организационного управления.
4. Выбрать типы задач, решение которых является сферой изучения системного анализа:
А) не известных ранее задач;
Б) известных, не имеющих решения задач;
В) задачи, для которых отсутствуют отработанные способы решения;
Г) известные и хорошо решаемые задачи.
5. Что понимается под системой?
6. Выберите существующие виды систем:
А) физические;
Б) абстрактные;
В) эмпирические;
Г) концептуальные.
7. Какие виды систем вам известны в зависимости от степени их взаимодействия со средой?
8. Перечислите принципы системного подхода.
9. Что называется системным анализом?
10. Из каких этапов состоят исследования по методу системного анализа?
11. Что понимают под системой управления предприятием?
12. Как получить упорядоченную совокупность элементов множества?
13. Какую организацию можно назвать системой, а какую нет?
14. Что понимают под структурой системы?
15. В каких случаях говорят, что система находится в равновесии?
16. Что подразумевается под моделью?
17. Какие виды схем преобразования входных сигналов в выходные Вам известны?
18. Какой процесс называют переходным?
19. Какие системы подлежат моделированию, а какие нет?
20. Что называют траекторией движения системы?
21. Раскройте понятие управления системой?
22. Сформулируйте понятие критерия цели?
23. Дайте определение обратной связи. Изобразите схематично модель системы с обратной связью.
24. Какие типы управления встречаются на практике?
25. Что понимают под целью системы?

Вопросы для оценивания умений:

1. В каких случаях прибегают к составлению сетевого графика?
2. Что показывает полный резерв времени пути?
3. Сколько существует разновидностей резервов времени работ? Перечислите их.
4. По какой формуле рассчитывается резерв времени события?
5. Назовите основные правила построения сетевой модели.
6. Что представляет собой сетевая модель?
7. Назовите основные элементы сетевого графика.
8. Как определить критический путь?

Вопросы для оценивания навыков:

26. По приведённым ниже данным построить сетевую модель, упорядочить её, определить временные параметры событий и работ. Найдите критическое время завершения всего комплекса работ и выделите критический путь:

$$1) \frac{0,1}{150}; \frac{0,2}{700}; \frac{1,3}{550}; \frac{2,3}{305}; \frac{2,4}{110}; \frac{1,5}{190}; \frac{3,5}{250}; \frac{3,6}{300}; \frac{4,6}{0}; \frac{4,7}{100}; \frac{6,8}{130}; \frac{5,8}{50}; \frac{7,8}{370}.$$

$$2) \frac{0,1}{300}; \frac{0,2}{330}; \frac{0,3}{520}; \frac{1,4}{700}; \frac{2,4}{210}; \frac{3,4}{480}; \frac{3,5}{0}; \frac{4,5}{250}; \frac{4,6}{770}; \frac{5,6}{900}; \frac{5,8}{640}; \frac{6,7}{1000}; \frac{7,8}{530}.$$

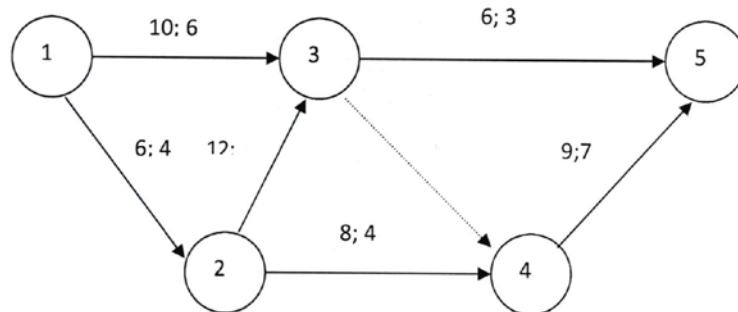
$$3) \frac{0,1}{30}; \frac{0,2}{80}; \frac{0,3}{50}; \frac{1,3}{170}; \frac{2,5}{210}; \frac{5,6}{48}; \frac{4,6}{350}; \frac{4,7}{25}; \frac{7,8}{77}; \frac{4,9}{90}; \frac{8,9}{64}; \frac{6,9}{100}; \frac{1,4}{53}; \frac{3,4}{70}.$$

$$4) \frac{1,2}{10}; \frac{1,3}{4}; \frac{1,4}{8}; \frac{2,3}{3}; \frac{2,6}{7}; \frac{4,3}{3}; \frac{4,6}{9}; \frac{3,5}{3}; \frac{5,6}{11}; \frac{6,9}{15}; \frac{6,7}{4}; \frac{6,8}{3}; \frac{7,8}{7}; \frac{7,9}{10}; \frac{7,10}{5}; \frac{8,10}{4}; \frac{9,10}{14}.$$

27. По данным нижеприведенной таблицы построить сетевой график, произвести оптимизацию продолжительности работ сетевого графика, т.е. сократить критический путь до директивной величины при минимальном увеличении стоимости всего комплекса работ. (k- последняя цифра зачетной книжки студента):

Шифр работы	t_{ij}^H	t_{ij}^M	ΔC_{ij}	Шифр работы	t_{ij}^H	t_{ij}^M	ΔC_{ij}
0,1	10+k	8	2	5,6	30+k	27	7
1,2	20+k	17	5	5,7	70+(k+5)	67	10
1,3	70+(k+2)	65	7	5,8	100+(k+3)	95	5
1,4	40+(k+3)	37	9	6,7	80+(k+1)	78	6
3,4	25+k	22	5	7,8	90+k	87	3
2,5	15+k	12	4				
3,5	50+(k+7)	48	2				
4,5	10+k	7	1				
2,6	12+(k+3)	10	-				

28. Проект представлен сетевым графиком:



Для каждой работы известны ее нормальная продолжительность t_{ij}^H (первое число на графике) и минимально возможное время выполнения t_{ij}^M (второе число). Задан срок выполнения проекта $t_0=20$. $\Delta C_{12} = 1$; $\Delta C_{13} = 5$; $\Delta C_{23} = 1$; $\Delta C_{24} = 3$; $\Delta C_{35} = 2$; $\Delta C_{45} = 5$. Требуется сократить критический путь t_0 так, чтобы суммарное количество используемых средств было минимальным, продолжительность выполнения каждой работы была не меньше заданной величины t_{ij}^M .

Контрольный тест:

Вопросы:

1. Какое определение системы является наиболее полным:

а) система – целостная совокупность элементов и частей, подвергающаяся воздействию внешней среды;

- б) система – целостное образование, состоящее из взаимодействующих элементов и частей и обладающее свойствами, не сводящимися к свойствам этих частей;
- в) система – целостная совокупность элементов, выделенная из внешней среды с определенной целью в рамках некоторого временного интервала?
2. Укажите основные классы систем:
- а) материальные и искусственные;
- б) естественные и абстрактные;
- в) материальные и абстрактные;
- г) искусственные и генерализирующие.
3. Выберите правильное определение подсистемы:
- а) подсистема – любая часть системы;
- б) подсистема – независимая часть системы;
- в) подсистема – часть системы, сохраняющая ее основные свойства;
- г) подсистема – часть системы, сохраняющая ее свойства.
4. Какое определение наиболее точно отражает суть понятия «элемент системы»:
- а) элемент – простейшая часть системы;
- б) элемент – предел членения системы в определенном аспекте ее рассмотрения;
- в) элемент – относительно независимая часть системы, не связанная с другими ее частями;
- г) элемент – неделимая часть системы?
5. Представим предприятие как систему. Чем в такой системе является производственный цех:
- а) элементом;
- б) компонентом;
- в) подсистемой;
- г) элементом или подсистемой;
- д) элементом, компонентом или подсистемой?
6. Охарактеризуйте основное свойство связей между элементами системы:
- а) связь ограничивает степень свободы элементов;
- б) связь увеличивает степень свободы элементов;
- в) связь изменяет степень свободы элементов.
7. Дайте классификацию связей по их направлению:
- а) направленные, ненаправленные и равноправные связи;
- б) направленные и ненаправленные связи;
- в) направленные и обратные связи.
8. Чем отличаются открытые и закрытые системы:
- а) способностью обмениваться со средой массой и энергией;
- б) способностью обмениваться со средой массой и информацией;
- в) способностью обмениваться со средой энергией, информацией и управляющими воздействиями;
- г) способностью обмениваться со средой массой, энергией и информацией?
9. Примером какой системы является компьютер:
- а) технической;
- б) биологической;
- в) социальной;
- г) математической?
10. Примером какой системы является организация:
- а) технической;
- б) биологической;
- в) социальной;
- г) математической?

Темы рефератов, докладов, сообщений:

1. Система: составляющие, структура и морфология. Признаки классификации систем.
2. Закрытые и изолированные системы.
3. Эвристика и ее место в системном синтезе.
4. Модель и предназначение моделирования.
5. Назовите отличительные признаки материальных и идеальных моделей.
6. Смысловые и знаковые модели.
7. Математическое моделирование.
8. Концептуальная (семантическая) модель объекта-оригинала. Функции постановщика задач.
9. Формализованная постановка задач (содержательная, концептуальная, математическая).
10. Вероятные причины возможной неадекватности модели.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Практические работы в семестре (9 работ).

Контрольные работы в семестре (2 работы). Домашнее задание – подготовка и выполнение реферата и презентации на указанную тему.
Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена
Экзамен не предусмотрен.
Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)
- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 4 семестре. - Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая: - посещение занятий – 2 балла за 1 занятие (всего 18 занятий, лк+пр), итого не более 36 баллов; - выполнение практических работ – по 4 балла за работу (всего 9 работ), итого не более 36 баллов; - выполнение контрольных работ – по 5 баллов за работу (всего 2 работы), итого не более 10 баллов; - выполнение домашнего задания – 18 баллов. ИТОГО не более 100 баллов в семестре. - Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Вдовин, В.М.	Теория систем и системный анализ : учебник	Университетская библиотека ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179	Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с. : ил. ISBN 978-5-394-03716-0.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В. Л. Горохов, В. В. Цаплин	Теория системного анализа и принятия решений в БЖД : учебное пособие	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/65842.html	Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 109 с. — ISBN 978-5-9227-0631-5
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www.google.ru			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	WinPro 10 SNGL Upgrd OLP NL Acdmc			
П 2	Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc			
П 3				
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1				
И 2				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)	
7.1	Ауд. 407. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий. 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор; 2. Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Дисциплина «Системный анализ и моделирование процессов техносфере» изучается после рассмотрения таких общенаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, как «Горнопромышленная экология», «Безопасность жизнедеятельности». Помимо рекомендуемой литературы, при работе над дисциплиной необходимо ознакомиться с научно-техническими журналами которые содержат новые (актуальные) сведения по практике применения системного анализа в охране окружающей среды. Полезно использовать информационные ресурсы сети «Интернет», но не для бездумного «скачивания» информации, имеющей отдаленное отношение к вопросам домашней работы, а для поиска новых данных, примеров практического применения системного анализа. Вопросы, освещающие понятийный аппарат системного анализа хорошо изложены в энциклопедической литературе. Поэтому при их изучении полезно начать работу именно с этих источников. Вопросы, в которых рассматриваются практические аспекты применения системного анализа, помимо рекомендуемой литературы, рассматриваются в научно-технических журналах («Экологические системы и приборы», «Экология и промышленность России», и др.), обзорной информации («Экологическая экспертиза», «Экономика природопользования» и др.). В процессе самостоятельной работы над дисциплиной полезно более основательно изучить по крайней мере по одному вопросу из каждого раздела программы учебной дисциплины, чтобы быть готовым сделать сообщение в виде доклада или презентации.