

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**КАФЕДРА ФИЗИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИИ И
ЭКОЛОГИИ им. И.Л. ПОВХА**

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа



22 апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем»

название учебной дисциплины

Направление подготовки: 16.04.01 Техническая физика

Магистерская программа: -

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико - технического

факультета



С.А. Фоменко

Программа учебной дисциплины «Надежность технических систем» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1486;

на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «16» мая 2019 г. №640;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы магистратуры, направления подготовки 16.04.01 Техническая физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Недопекин Ф.В.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Протокол №17 от «02» апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой

Белоусов В.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии физико-технического факультета

Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе.

Дисциплина «Надежность технических систем» является частью учебного плана по подготовке студентов-магистров по специальности «Техническая физика».

Основу данной дисциплины включают знания по дисциплинам, которые были получены студентом ранее в университете, такие как Физика», «Химия», «Высшая математика», «Информатика». Дисциплина интегрирует полученные ранее знания в целостную картину представления об окружающей среде и ее особенностях. «Надежность технических систем и техногенный риск» предшествует преддипломной практике, что обуславливает её базовый характер и формирование профессиональных знаний перед подготовкой дипломного проекта.

2. Структура дисциплины (модуля):

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО*	СПО (ускор.)*	ОСО	СПО (ускор.)*	ВПО (ускор.)*
Уровень высшего профессионального образования	Магистратура				
Образовательно-квалификационный уровень	Магистр				
Направления подготовки	16.04.01 «Техническая физика»				
Количество содержательных модулей (тем)	3(12)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы ¹	Дисциплина базовой части				
Формы контроля	Зачет и модульный контроль в 2 семестре				
Показатели	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО*	СПО (ускор.)*	ОСО	СПО (ускор.)*	ВПО (ускор.)*
Год начала подготовки	2020				
Семестр	2				
Количество зачетных единиц (кредитов)	3				
Количество часов, в т.ч.	108				
- лекционных	14				
Показатели	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО*	СПО (ускор.)*	ОСО	СПО (ускор.)*	ВПО (ускор.)*
- практических, семинарских	14				
- лабораторных	14				
- самостоятельной работы	66				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, в т.ч.					
аудиторных	42				

Примечание: * - ОСО - общее среднее образование, СПО - среднее профессиональное образование,

ВПО - высшее профессиональное образование,

¹ - в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

3. Описание дисциплины.

Цели и задачи:

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов знаний в области теории надежности технических систем, анализа, оценки и регулирования технического и техногенного экологического риска, сформировать научно-методическую базу для дальнейшего изучения прикладных направлений безопасности технологических процессов и производств.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных понятий и показателей надежности технических систем, методов её моделирования и оценки;
- усвоение основных понятий и методов анализа и регулирования технического и экологического техногенного риска.

Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по вышеуказанному направлению подготовки (профилю):

-общекультурных (ОК): способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-2); готовностью к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, способностью свободно пользоваться государственным и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3); способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ и управлению коллективом, готовностью оценивать качество результатов деятельности (ОК-4); готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-5); способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6).

-общепрофессиональных (ОПК): способностью к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов (в соответствии с целями программы магистратуры) (ОПК-1); способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук (ОПК-2);

способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту (ОПК-5).

- профессиональных (ПК): применению физических методов теоретического и экспериментального исследования, методов математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий (ПК-1);

критическому анализу современных проблем технической физики, поставлению задачи и разработки программы исследования, выбору адекватных способов и методов решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретации, представлению и применению полученных результатов (ПК-5);

самостоятельному выполнению физико-технических научных исследований для

оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств (ПК-6); освоению и применению современных физико-математических методов и методов искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлению практических рекомендаций по использованию полученных результатов (ПК-7); представлению результатов исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций (ПК-8).

знать:

- основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска;
- методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска;
- основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

уметь:

- использовать основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств;
- использовать справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования;
- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

владеть:

- математическим аппаратом теории надежности в научных исследованиях и при решении практических задач управления безопасностью производства;
- навыками рационализации профессиональной деятельности для обеспечения надежности технических систем и снижения техногенного риска.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1</i> Введение. Основные исходные понятия и определения.
Тема 1. Предмет науки о надежности.	Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы). Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Понятия отказа, аварии, катастрофы.
Тема 2. Показатели надежности.	Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности. Номенклатура и классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.
Тема 3. Физические причины повреждений и	Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель

отказов.	надежности объекта.
Тема 4. Надежность работы объектов до первого отказа.	Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта. Математические модели безотказности. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.
	Содержательный модуль 2 Надежность восстанавливаемых объектов. Надежность систем.
Тема 5. Надежность восстанавливаемых объектов.	Основные особенности исследования долговечности объектов. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа. Математические модели долговечности.
Тема 6. Надежность систем.	Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем с расчлененной структурой. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.
Тема 7. Надежность персонала.	Система управления. Задачи персонала. Типовые функции персонала и условия их выполнения. Ошибки персонала. Качественный анализ персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
Тема 8. Экологический риск.	Экологический риск от техногенных аварий и катастроф. Экологический риск от загрязнения подземных вод. Экологический риск в местах добычи радиоактивных материалов, при уничтожении химического оружия, при обращении с радиоактивными отходами.
	Содержательный модуль 3 Техногенный риск
Тема 9. Понятие риска и его классификация.	Понятие риска. Основные принципы концепции «приемлемого риска». Математические определения риска. Причины возникновения риска. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков при управлении техногенной безопасностью. Индивидуальный, коллективный, потенциальный территориальный и социальный риски.
Тема 10. Структура техногенного риска.	Проблемы техногенной безопасности. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий на таких объектах. Номенклатура основных источников аварий и катастроф. Природно-техногенные риски и их классификация. Статистика аварий

	и катастроф. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Прогнозирование аварий и катастроф. Общая структура анализа техногенного риска.
Тема 11. Обеспечение безопасности технических систем.	Социально-экономические проблемы обеспечения безопасности техники. Снижение опасности риска. Аварийная подготовленность. Аварийное реагирование. Основные принципы обеспечения безопасности. Принцип глубокоэшелонированной защиты и его реализация. Принцип единичного отказа. Пути понижения вероятности отказа.
Тема 12. Регламентация (нормирование) риска.	Допустимый риск. Расчет критериального значения риска. Факторы, затрудняющие формализацию расчета риска. Критериальные значения риска в результате природных явлений и различных видов деятельности. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
Тема 13. Анализ техногенного риска на стадии проектирования.	Основные задачи анализа. Этапы проведения анализа. Анализ исходных событий. Анализ аварийных последовательностей. Анализ надежности элементов объекта. Анализ надежности персонала. Построение «дерева отказов». Анализ конечных состояний. Описание конечных состояний. Оценка последствий. Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии. Анализ результатов расчета риска. Анализ значимости, чувствительности и неопределенности результатов анализа.
Тема 14. Анализ техногенного риска на стадии эксплуатации.	Задачи анализа. Схема анализа объекта при эксплуатации. Построение «дерева событий». Характеристика показателей безопасности. Методы вычисления точечных и интервальных оценок показателей рейтинга. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий. Механизм управления безопасностью с использованием рейтингов нарушений.

	Содержательный модуль 2																						
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования						
	всего	в т. ч.					всего	в т. ч.					всего	в т. ч.					всего	в т. ч.			
		лекции	практические	Лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 5. Надежность восстанавливаемых объектов.	7	1	1	1	4																		
Тема 6. Надежность систем.	7	1	1	1	4																		
Тема 7. Надежность персонала.	7	1	1	1	4																		
Тема 8. Экологический риск.	7	1	1	1	4																		
Итого по 2-му содержательному модулю	28	4	4	4	16																		

	Содержательный модуль 3																						
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма						Заочная форма																
							на базе общего среднего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования						
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 9. Понятие риска и его классификация	7	1	1	1	4																		
Тема 10. Структура техногенного риска.	7	1	1	1	4																		
Тема 11. Обеспечение безопасности технических систем.	7	1	1	1	4																		
Тема 12. Регламентация (нормирование) риска.	7	1	1	1	4																		
Тема 13. Анализ техногенного риска на стадии проектирования.	7	1	1	1	4																		
Тема 14. Анализ техногенного риска на стадии эксплуатации.	7	1	1	1	4																		
Итого по 3-му содержательному модулю	42	6	6	6	24																		

6. Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены

7. Темы практических занятий.

1. Надежность как комплексное свойство технического объекта.
2. Номенклатура и классификация показателей надежности.
3. Математическая модель надежности объекта. Классификация отказов.
4. Общая схема формирования отказа объекта. Математические модели безотказности.
5. Основные особенности исследования долговечности объектов. Математические модели долговечности.
6. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.
7. Классификация рисков при управлении техногенной безопасностью.
8. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
9. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий на таких объектах.
10. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
11. Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии.
12. Экологический риск от техногенных аварий и катастроф.

8. Темы лабораторных занятий.

1. Основные особенности исследования долговечности объектов. Математические модели долговечности.
2. Расчет надежности систем с расчлененной структурой.
3. Определение опасностей и оценка риска.
4. Качественный и количественный анализ опасностей
5. Расчет критериального значения риска.
6. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
7. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
8. Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии.
9. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий.
10. Экологический риск от техногенных аварий и катастроф.

9. Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов по курсу «Надежность технических систем» предусматривает:

- систематическое посещение лекционных занятий, ведение конспекта лекций;
- повседневное изучение лекционного материала и содержания технической литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;
- добросовестную подготовку к лабораторным занятиям;
- своевременное и качественное оформление отчетов по лабораторным работам.

Темы для дополнительной самостоятельной работы:

1. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования.
2. Содержание информационного отчета по безопасности процесса.
3. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы.
4. Оценка надежности человека как звена ложной технической системы.
5. Организация и проведение экспертизы технических систем
6. Критерии надежности невосстанавливаемых объектов. Решение ситуационных задач
7. Количественные показатели риска. Решение ситуационных задач
8. Оценка риска. Решение ситуационных задач
9. Анализ риска. Решение ситуационных задач
10. Управление риском. Решение ситуационных задач

10. Индивидуальные задания.

Индивидуальные задания не предусмотрены

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Цели и задачи дисциплины "Надежность технических систем и техногенный риск"
2. Значение теории надежности в формировании специальности в области безопасности технологических процессов и производств.
3. Технические системы безопасности. Типовые локальные технические системы и средства безопасности.
4. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы. Причины совершения ошибок. Принципы формирования баз об ошибках человека.
5. Первостепенное значение надежности в современных технических системах.
6. Обобщенные объекты надежности (изделие, элемент, система).
7. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые системы (определения, примеры).
8. Надежность как способность выполнять заданные функции. Влияние надежности на безопасность системы.
9. Определения: надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, исправность, неисправность, отказ.
10. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, параметр потока отказов; особенности применения.
11. Показатели долговечности: ресурс, назначенный ресурс, гамма-процентный ресурс, срок службы, срок гарантии; особенности применения.
12. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости: среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент технического использования.
13. Классификация отказов по значимости (критические, существенные и несущественные).
14. Классификация отказов по характеру возникновения (внезапные, постепенные и систематические).
15. Классификация отказов по характеру обнаруживаемости (явные и скрытые).
16. Классификация отказов по причине возникновения (конструкционные, технологические и эксплуатационные).
17. Классификация отказов по возможности устранения причин отказа (неустраняемые и устраняемые).
18. Классификация отказов по характеру устранения (устойчивые, самоустраняющиеся, сбой и перемежающиеся).
19. Основные понятия теории надежности. Характеристики отказов. Количественные характеристики надежности.
20. Теоретические законы распределения отказов.
21. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов.
22. Методы повышения надежности объектов.

23. Методика проведения анализа возможных отказов.
24. Методы исследования и анализа опасностей технических систем.
25. Факторы, воздействующие на человека, управляющего потенциально опасной техникой. Методология прогнозирования ошибок.
26. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.
27. Экспертиза технических систем.
28. Количественная оценка степени согласия экспертов. Выбор предпочтительного решения.
29. Технические средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.
30. Назначение и принцип работы защитных систем безопасности.
31. Правовые аспекты анализа риска и управления промышленной безопасностью.
32. Оценка экономического ущерба от промышленных аварий. Ответственность за нанесенный ущерб.
33. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий.
34. Оценка рисков по качественным показателям.
35. Методика построения деревьев событий.
36. Методика построения деревьев отказов.
37. Понятие «риск». Техногенный риск. Приемлемый риск.
38. Риск как количественная оценка опасности.
39. Основы методологии анализа и управления риском. Три основных вопроса при анализе риска. Оценка риска.
40. Моделирование риска.
41. Количественные показатели риска. Сравнение рисков. Системно-динамический подход к оценке техногенного риска.
42. Подход к анализу риска при наличии опасных факторов.
43. Методы анализа риска. Основные показатели риска.
44. Анализ надежности методом дерева отказов.
45. Нормативные значения риска. Оценка риска.
46. Управление риском. Приоритеты выбора мер для уменьшения риска.
47. Экономические механизмы управления безопасностью и риском.
48. Проблемы приемлемости и нормирования риска.
49. Индивидуальный и коллективный риски.
50. Потенциальный территориальный и социальный риски.
51. Экологический риск.
52. Проблемы техногенной безопасности.
53. Природно-техногенные риски.
54. Метод построения блок-схем.
55. Метод статистического моделирования.
56. Риск поражения населения при аварии на химически опасных объектах.
57. Риск токсических эффектов.
58. Оценка риска при воздействии ионизирующего излучения.
59. Риск для здоровья населения и загрязнение окружающей среды.
60. Принципы построения информационных технологий управления риском

12. Образец экзаменационного билета



Минобрнауки ДНР
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине: Надежность технических систем

Содержание билета

1. Значение теории надежности в формировании специальности в области безопасности технологических процессов и производств.
2. Технические системы безопасности.
3. Типовые локальные технические системы и средства безопасности.

«___» _____ 200___ г.
/

Зав.кафедрой: _____ /

13. Образец тестового задания (при наличии)

14. Критерии оценивания (разрабатываются и утверждаются кафедрой)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	По шкале ECTS	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет, зачёт)	Определение
90–100	A	«Отлично» (5) (зачтено)	отлично — отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) (зачтено)	хорошо — в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо — в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) (зачтено)	удовлетворительно — неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно — выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) (не зачтено)	неудовлетворительно — надо поработать над тем, как получить положительную оценку

0-34	Ф	2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов
------	---	---	---

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

15.1.1 Перечень наглядных пособий:

Физико-химическая гидродинамика
Экологическая гидродинамика
Основы гидравлики и теплотехники

16. Рекомендованная литература

Основная:

1. Хенли, Э. Д. Надежность технических систем и оценка риска : пер. с англ. / Э. Д. Хенли, Х. Кумамото ; пер. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой ; под общ. ред. В. С. Сыромятникова. - Москва : Машиностроение, 1984. - 528 с.
2. Эдельман, В. И. Надежность технических систем: экономическая оценка / В. И. Эдельман. - Москва : Экономика, 1989. - 150, [1] с.

Дополнительная:

1. Недопекин Ф.В. Физико-химическая гидродинамика. Раздел "Теплоперенос" (текст лекций). - Донецк: ДонГУ, 1990 – 103 с.
2. Недопекин Ф.В., Ступин А.Б., Фиошин Н.В. Экологическая гидродинамика: Учебное пособие. - Донецк: ДонНУ, 2001. – 143 с.
3. Недопекин Ф.В. Физико-химическая гидродинамика: Учебное пособие. - Донецк: УкрНТЭК, 2002. – 106 с.
4. Недопекин Ф.В. Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие. - Донецк: ДонНУ, 2002. – 221 с.
5. Недопекин Ф.В., Калюжный Г.С., Коваленко А.А., Соколов В.И. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: Учебное пособие. - Луганск: Из-во Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, 2004. – 160 с.
6. Недопекин Ф.В., Ступин А.Б. Феноменологическая теория неравновесных процессов. - Донецк: ДонНУ, 2006. – 119 с.
7. Недопекин Ф.В., Калюжный Г.С., Коваленко А.О., Соколов В.И., Андрійчук М.Д. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: Учебное пособие. (Издание второе, дополненное и переработанное). - Луганск: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2007. – 224 с.
8. Недопекин Ф.В., Коваленко А.А., Соколов В.И., Андрейчук Н.Д., Гусенцова Я.А. Основы механики сплошных сред: учебное пособие под грифом МОН Украины. - Луганск: Изд-во ВНУ им В. Даля, 2010. – 277 с.
9. Недопекин Ф.В. Процессы переноса импульса, энергии и массы в сплошных средах. - Донецк: ДонНУ, 2013. - 462 с.

17. Информационные ресурсы

18. Программное обеспечение (при наличии)

- 18.1.1 Модуль Ond86Calc – для расчета параметров по ОНД-86
- 18.1.2 Пакет MathSoft MathCAD – для моделирования процессов и систем, проведения расчетов
- 18.1.3 Пакет Microsoft Visio – для выполнения схем и рисунков

- 18.1.4 Свободный математический пакет Sci Lab – для проведения расчетов
- 18.1.5 Пакет Autodesk Inventor – для твердотельного моделирования
- 18.1.6 Autodesk AutoCAD Civil 3D – для планирования инфраструктуры и инженерных коммуникаций
- 18.1.7 Интерактивные игровые модули для компьютерных симуляций
- 18.1.8 Пакет Microsoft PowerPoint – для подготовки и демонстрации презентаций
- 18.1.9 Проигрыватель мультимедиа Windows Media Player – для демонстрации видеофильмов
- 18.1.10 Пакет SunRawTestOfficePro – для организации и проведения тестирования

Для каждой конкретной дисциплины в разделе «Тематический план изучения дисциплины» не обязательно наличие всех подразделов, так как могут быть предусмотрены не все виды работ.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201 ____ год. Протокол заседания кафедры № ____ от ____ .
Зав.кафедрой _____