

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет**

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании Ученого совета

Физико-технического факультета

протокол № 6 от 19.02.2021г.

председатель совета

А. Ю. Собко



ПРОГРАММА

профильного экзамена

для абитуриентов, поступающих на обучение

по образовательной программе

МАГИСТРАТУРЫ

на направление подготовки:

16.04.01 Техническая физика

Донецк, 2021

Содержание программы

1	Введение	3
2	Объем требований для поступающих на обучение по образовательной программе магистратуры направления подготовки 16.04.01 Техническая физика	4
3	Порядок проведения и критерии оценивания письменных ответов на вступительном экзамене	7
4	Образец экзаменационного билета	8
5	Список рекомендованной литературы	11

1 Введение

Целью вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика, является проверка теоретической и практической подготовки абитуриентов на базе бакалавриата по основным разделам спецкурсов данного направления подготовки.

Требования к уровню подготовки абитуриентов. Для успешного освоения образовательной программы магистратуры абитуриенты должны иметь базовые основательные теоретические знания по предметам профессионального блока подготовки и уметь решать практические задания в рамках указанной программы.

Характеристика содержания программы. Программа вступительного экзамена основывается на разделах профессиональных курсов: «Процессы переноса в сплошных средах», «Физико-химическая гидродинамика», «Геофизическая гидродинамика», «Аэродинамика объектов и сооружений», «Динамика неньютоновских жидкостей», «Тепловые машины», «Численные методы технической физики», знания и навыки в области которых, позволяют успешно выполнить задания по вступительному экзамену.

В программе используется материал теоретического и прикладного характера с практическими заданиями.

Порядок проведения вступительного экзамена определяется Положением о приемной комиссии ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

2. Объем требований для поступающих на обучение по образовательной программе магистратуры направления подготовки 16.04.01 Техническая физика

Для обучения по образовательной программе магистр по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика принимаются абитуриенты, имеющие квалификацию бакалавр с направлением подготовки 16.03.01 Техническая физика. Программа предусматривает наличие базовых знаний по предметам, входящим в профессиональный блок обучения.

Курс «Процессы переноса в сплошных средах»

1. Определить линейные граничные условия 1-го, 2-го, и 3-го рода.
2. Определить специальные граничные условия 1-го рода.
3. Охарактеризовать линейные граничные условия 4-го и 5-го рода.
4. Определить физический смысл критериев Нуссельта, Био.
5. Определить математическую модель массопереноса примеси, введенной в поток жидкости в круглой трубе
6. Исследовать решение гидродинамической части задачи массопереноса примеси при выращивании монокристаллов по методу Чохральского.
7. Охарактеризовать роль функции Польгаузена при теплопередаче от потока к пластине ($Pr \gg 1$).
8. Доказать инвариантность уравнения теплопереноса при конформном преобразовании (преобразование Сретенского).

Курс «Физико-химическая гидродинамика»

1. Определить математическую модель процесса теплопереноса в расплаве при наличии фазовых преобразований с учетом его усадки.
2. Исследовать метод решения задачи движения жидкости в ласти жидкости, который подогревается снизу.
3. Охарактеризовать нелинейные граничные условия.
4. Определить математическую модель затвердевания полупространства заполненного перегретым расплавом.
5. Охарактеризовать физическое содержание критериев Прандтля и Еккерта.
6. Определить математическую модель теплопереноса при обтекании

наполовину бесконечной пластины металлическим расплавом, который кристаллизуется.

7. Исследовать метод решения массопереноса примеси, введенной в поток жидкости в круглой трубе.
8. Охарактеризовать предельные условия задачи массопереноса примеси при возделывании монокристаллов по методу Чохральского.

Курс «Геофизическая гидродинамика»

1. Опишите термодинамику фаз воды в том числе при их термодинамическом равновесии.
2. Рассмотрите физические и термодинамические свойства фаз воды
3. Приведите основные термодинамические соотношения для морской воды.
4. Рассмотрите T, S – диаграммы и приведите пример их использования для анализа морской воды.
5. Опишите термодинамическую модель атмосферы в приближении сухого воздуха.
6. Рассмотрите адиабатические процессы во влажном воздухе.
7. Постройте модель статического равновесия океана.
8. Постройте модель статического равновесия атмосферы.
9. Рассмотрите уравнения и получите критерии подобия в приближении геофизической гидродинамики.
10. Рассмотрите пример развития смешанной конвекции на вертикальной пластине.
11. На примере плоского факела рассмотрите развитие течения со свободными границами.
12. Рассмотрите пример конвективного движения, обусловленного двойной диффузией.
13. Получите уравнения и сформулируйте граничные условия волнового течения со свободной поверхностью.
14. Сформулируйте и решите задачи о развитии волн в бассейне конечной глубины.
15. Решите задачи о развитии волн на границе раздела двух сред.
16. Сформулируйте и решите задачи о развитии волн в бассейне конечной глубины.
17. Приведите уравнения пограничного слоя в температурно-стратифицированной среде.

18. Рассмотрите характерные масштабы турбулентности в стратифицированной среде.
19. Приведите уравнения и опишите особенности проявления неустойчивости в стратифицированной среде.

Курс «Аэродинамика объектов и сооружений»

1. Методы и средства измерения давлений в аэродинамике.
2. Методы и средства измерения средней скорости воздушных потоков.
3. Устройство и принцип работы термоанемометра с термисторным преобразователем.
4. Методы измерения интенсивности турбулентности воздушных потоков.
5. Устройство и принцип работы аэродинамических труб замкнутого типа с открытой рабочей частью.
6. Критерии моделирования обтекания моделей объектов и сооружений в аэродинамических трубах.
7. Исследование коэффициентов лобового сопротивления обтекания тел в аэродинамической трубе с помощью аэродинамических весов.
8. Характеристики обтекания зданий воздушным потоком.
9. Динамика воздушного потока перед зданием.
10. Заветренная область зданий.

Курс «Динамика неньютоновских жидкостей»

1. Общие свойства и классификация неньютоновских жидкостей.
2. Уравнения движения для неньютоновских жидкостей. Критерии подобия.
3. Ламинарное течение неньютоновских жидкостей в цилиндрических круглых трубах.
4. Турбулентное течение неньютоновских жидкостей.
5. Особенности течений разбавленных растворов полимеров.
6. Гидродинамические модели течения разбавленных растворов полимеров.
7. Применение полуэмпирической теории для исследования турбулентных течений неньютоновских жидкостей
8. Перемешивание неньютоновских жидкостей
9. Характеристика теплообмена в неньютоновских жидкостях

3. Порядок проведения и критерии оценивания письменных ответов на вступительном экзамене

Экзамен проводится письменно по билетам, в которых 1 практическое задание и 15 тестов: 1-е практическое задание оценивается в 40 баллов, каждый правильный ответ на тестовый вопрос оценивается в 4 балла, что в сумме составляет 60 баллов. Максимальное количество баллов за решение всех заданий – 100. Продолжительность письменного экзамена – два астрономических часа (120 минут). Отсчет времени начинается после заполнения титульного листа ответов. При решении заданий абитуриентам запрещается пользоваться учебниками.

Абитуриенты, получившие 0-59 балла (по 100-балльной шкале) считаются получившими оценку «неудовлетворительно».

В соответствии с ниже приведенной схеме осуществляется перевод баллов в пятибалльную систему:

100-балльная шкала	5-балльная шкала
0-59	«2» (неудовлетворительно)
60-74	«3» (удовлетворительно)
75-89	«4» (хорошо)
90-100	«5» (отлично)

Задания должны быть выполнены в течение 120 минут.

Критерии оценивания письменных ответов на вступительном экзамене утверждены ученым советом физико-технического факультета, протокол № 6 от 19.02.2021 года.

4. Образец экзаменационного билета

ПАКЕТ 1

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании Ученого совета
физико-технического
факультета
протокол № 6 от 19.02.2021г.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» Физико-технический факультет

Профильный экзамен по	<u>СПЕЦИАЛЬНОСТИ</u>
ОП	Магистратура
Форма обучения	Очная, заочная
Направление подготовки	16.04.01 Техническая физика

Вариант 1

1. Практический вопрос (40 баллов)

Пример: Рассчитать гидродинамическую модель топки парогенератора; определить расходы воды V_v и перепад давления Δp_v . Через топку проходит V_r м³/ч газов среднего состава со средней температурой T_2 С. Потеря давления газами Δp_r н/м². Масштаб модели m .

В расчете принять $V_r=60000$ М³/ч, $T_r=1200^\circ\text{C}$, $\Delta p_r=40$ н/м², $m= 1/20$, температура воды 20°C .

2. Дать ответы на 15 тестов (4 балла).

Тесты прилагаются.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Запишите закон Фурье:

$$1) \tau = \mu \frac{\partial U}{\partial y}; \quad 2) q_T = \lambda \frac{\partial T}{\partial n}; \quad 3) q_\alpha = D \frac{\partial c_\alpha}{\partial n}.$$

2. Сформулируйте закон Фика:

$$1) q_\alpha = D \frac{\partial c_\alpha}{\partial n}; \quad 2) q_T = \lambda \frac{\partial T}{\partial n}; \quad 3) \tau = \mu \frac{\partial U}{\partial n}.$$

3. Необходимо записать уравнение переносу импульса в форме Лагранжа:

$$1) \frac{\partial}{\partial t} (\rho U_i) + \frac{\partial}{\partial x_j} (-P_{ij} + \rho U_i U_j) = \rho G_i; \quad 2) \rho \frac{dU_i}{dt} = \rho G_i;$$

$$3) \rho \frac{dU_i}{dt} + \frac{\partial}{\partial x_j} (-P_{ij}) = \rho G_i.$$

4. Записать выражение для плотности внутренних источников кинетической энергии:

$$1) \sum_{\alpha=1} \rho G_{ij} U_i - P_{ij} \frac{\partial U_i}{\partial x_j}; \quad 2) -P_{ij} \frac{\partial U_i}{\partial x_j}; \quad 3) \sum_{\alpha} \rho G_{\alpha i} U_i.$$

4. Привести уравнение баланса энтропии в переменных Эйлера:

$$1) \frac{\partial}{\partial t} (\rho S) + \nabla_j \bar{J}_S = \sigma_S; \quad 2) \rho \frac{dS}{dt} + \nabla_j \bar{J}_S = \sigma_S; \quad 3) \rho \frac{dS}{dt} = \sigma_S.$$

5. Сформулировать дифференциальное уравнение Гиббса:

$$1) d\varepsilon = TdS + \sum_{\alpha} \mu_{\alpha} dc_{\alpha}; \quad 2) d\varepsilon = TdS - PdV;$$

$$3) d\varepsilon = TdS - PdV + \sum_{\alpha} \mu_{\alpha} dc_{\alpha}.$$

6. Запишите отношение для потока массы, обусловленного перепадом температуры (эффект Соре):

$$1) \bar{j}_{\alpha} = -\sum_j L_{\alpha j} \nabla_j \left(\frac{\mu_j - \mu_n}{T} \right); \quad 2) -L_{\alpha} \frac{DT}{T^2}; \quad 3) L_{\beta} \frac{\nabla U}{T}.$$

7. Запишите поток импульса, обусловленный химическими реакциями:

$$1) P_{\nu} = \sum_{\beta} L^{\beta \nu} \frac{A_{\beta}}{T}; \quad 2) -L^B \frac{\nabla U}{T}; \quad 3) -L^{DT} \frac{\nabla T}{T^2}.$$

8. Сформулировать обобщенный закон сохранения субстанции для неизолированного объема:

$$1) \frac{\partial \Phi}{\partial t} = 0; \quad 2) \frac{\partial \Phi}{\partial t} = j_0 + \text{div} \bar{j}_s; \quad 3) \bar{V} \text{grad} \Phi = 0.$$

9. Сформулировать теорему о вихре (вторая теорема Гельмгольца):

1) поток вектора скорости сквозь произвольно проведенное поперечное сечение Вихревой трубки в данное мгновение времени одинаков вдоль всей трубки;

2) поток вектора вихря скорости сквозь произвольно проведенное поперечное сечение Вихревой трубки в данное мгновение времени одинаков вдоль всей трубки;

3) поток вектора скорости сквозь произвольно проведенное поперечное сечение Вихрев трубки в данное мгновение времени неодинаков вдоль всей трубки.

10. Сформулировать тензор напряжений для нормальных составляющих:

$$1) P_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right); \quad 2) P_{ii} = -p + 2\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \mu \operatorname{div} V; \quad 3) P_{ii} = \mu \frac{\partial u_j}{\partial x_i}.$$

11. Что представляет собой комплексный потенциал, описывающий циркуляционное обтекание круглого цилиндра:

1) комплексный потенциал представляет собой сумму комплексных потенциалов плоскопараллельного потока и диполя;

2) комплексный потенциал представляет собой сумму комплексных потенциалов плоскопараллельного потока, утечки и диполя;

3) комплексный потенциал представляет собой сумму комплексных потенциалов плоскопараллельного потока, диполя и вихрей.

12. Какой профиль скорости формируется при ламинарном стабилизированном движении жидкости в круглой трубе?

$$1) u = -\frac{1}{4\mu} \frac{dP}{dx} (r^3 - r^3); \quad 2) u = -\frac{1}{4\mu} \frac{dP}{dx} (r^2 - r^2); \quad 3) u = -\frac{1}{4\mu} \frac{dP}{dx} (r^0 - r)$$

13. Как меняется толщина потери импульса δ^{**} для ламинарного пограничного слоя на пластине в зависимости от координаты ?

$$1) \delta^{**} \sim x; \quad 2) \delta^{**} \sim x^{-1/2}; \quad 3) \delta^{**} \sim \sqrt{x}.$$

14. Какая зависимость толщины теплового пограничного слоя на пластине от координаты и числа Прандтля?

$$1) \delta_T \sim \operatorname{Pr}^{1/2} \sqrt{x}; \quad 2) \delta_T \sim \operatorname{Pr}^{-1/3} \sqrt{x}; \quad 3) \delta_T \sim \operatorname{Pr}^{1/2} x^{-1/2}.$$

15. Как меняется толщина турбулентного пограничного слоя от координаты?

$$1) \delta \sim x; \quad 2) \delta \sim \sqrt{x}; \quad 3) \delta \sim x^{4/5}.$$

Председатель приемной комиссии

С.В. Беспалова

Председатель аттестационной комиссии

А. Ю. Собко

5. Список рекомендованной литературы

Курс «Процессы переноса в сплошных средах»

1. Недопекин, Ф. В. Теоретические и прикладные аспекты теплопереноса: учеб. пособие для студентов, магистров и аспирантов вузов / Ф. В. Недопекин, С. И. Гинкул, Е. В. Новикова; Донецкий нац. ун-т; Донецкий нац. техн. ун-т. - Донецк: ДонНУ, 2013. - 321 с.
2. Недопекин, Ф. В. Математическое моделирование гидродинамики и тепломассопереноса в слитках. - Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1995. - 236 с.
3. Недопекин, Ф. В. Физико-химическая гидродинамика: Учеб. пособие для студентов по специализации "Физика неравновес. процессов" / Ф. В. Недопекин; Донец. нац. ун-т. - Донецк: УкрНТЭК, 2002. - 106 с.
4. Недопекин, Ф. В. Тепломассоперенос: учеб. пособие / Ф. В. Недопекин; Донец. нац. ун-т. Каф. физики неравновес. процессов, метрологии и экологии. - 2-е изд. - Донецк: ДонНУ, 2007. - 174 с.
5. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: [Учеб. пособие] / Ф. В. Недопекин, Г. С. Калюжный, А. А. Коваленко, В. И. Соколов; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2004. - 159 с.
6. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: [учеб. пособие] / Недопекин Ф., Коваленко А., Соколов В. и др.; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля; Донец. нац. ун-т. - Изд. 2-е. - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2007. - 222 с.
7. Затвердевание металлических композиций: производство и моделирование / В. А. Лейбензон, Ф. В. Недопекин, В. М. Кондратенко и др. - Донецк: Юго-Восток, 2005. - 228 с.
8. Ландау, Лев Д. Теоретическая физика: В 10 т.: Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 6: Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М.: Физматлит, 2001. - 731 с.
9. Физическая химия: В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 1: Строение вещества; Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под. ред. К. С. Краснова. - 3. изд. - М.: Высш. шк., 2001. - 512 с.
10. Химическая гидродинамика: Справ. пособие / А. М. Кутепов, А. Д. Полянин, З. Д. Запрянов и др. - М.: Бюро "Квантум", 1996. - 336 с.

Курс «Физико-химическая гидродинамика»

1. Недопекин, Ф. В. Физико-химическая гидродинамика: Учеб. пособие для студентов по специализации "Физика неравновес. процессов" / Ф. В. Недопекин; Донец. нац. ун-т. - Донецк: УкрНТЭК, 2002. - 106 с.
2. Недопекин, Ф. В. Тепломассоперенос: учеб. пособие / Ф. В. Недопекин; Донец. нац. ун-т. Каф. физики неравновес. процессов, метрологии и экологии. - 2-е изд. - Донецк: ДонНУ, 2007. - 174 с.
3. Недопекин, Ф. В. Математическое моделирование гидродинамики и тепломассопереноса в слитках. - Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1995. - 236 с.
4. Недопекин, Ф. В. Теоретические и прикладные аспекты теплопереноса: учеб. пособие для студентов, магистров и аспирантов вузов / Ф. В. Недопекин, С. И. Гинкул, Е. В. Новикова; Донецкий нац. ун-т; Донецкий нац. техн. ун-т. - Донецк: ДонНУ, 2013. - 321 с.
5. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: [Учеб. пособие] / Ф. В. Недопекин, Г. С. Калюжный, А. А. Коваленко, В. И. Соколов; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2004. - 159 с.
6. Диффузионные процессы в стационарных газовых потоках: [учеб. пособие] / Недопекин Ф., Коваленко А., Соколов В. и др.; Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля; Донец. нац. ун-т. - Изд. 2-е. - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2007. - 222 с.
7. Затвердевание металлических композиций: производство и моделирование / В. А. Лейбензон, Ф. В. Недопекин, В. М. Кондратенко и др. - Донецк: Юго-Восток, 2005. - 228 с.
8. Ландау, Лев Д. Теоретическая физика: В 10 т.: Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 6: Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М.: Физматлит, 2001. - 731 с.
9. Физическая химия: В 2 кн.: Учеб. для вузов. Кн. 1: Строение вещества; Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под. ред. К. С. Краснова. - 3. изд. - М.: Высш. шк., 2001. - 512 с.
10. Химическая гидродинамика: Справ. пособие / А. М. Кутепов, А. Д. Полянин, З. Д. Запрянов и др. - М.: Бюро "Квантум", 1996. - 336 с.

Курс «Геофизическая гидродинамика»

1. Болонов Н.И., Фадеева Т.Н. Статика атмосферы и океана: Учебное пособие. – Донецк: ДонНУ, 2007.- 125 с.

2. Монин А.С. Теоретические основы геофизической гидродинамики – Л.: Гидрометеиздат, 1988.- 376 с.
3. Болонов Н.И. Модели абиотических компонент экосистемы. Часть 1: Термодинамика водных экосистем и атмосферы: Учебное пособие / Болонов Н.И., Барыбин А.И., Собко А.Ю. – Донецк ООО «Цифровая типография», 21012. – 159 с.
4. Курс «Аэродинамика объектов и сооружений»
5. Реттер Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 294 с.
6. Горлин С. М., Слезингер И. И. Аэромеханические измерения. Методы и приборы. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – 720 с.
7. Повх И. Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. – Л.: Изд-во «машиностроение», 1974. – 480 с.

Курс «Динамика неньютоновских жидкостей»

1. А.С. Артющков «Динамика неньютоновских жидкостей». - Л.: ЛКИ, 1979, 228 с.
2. У.Л. Уилкинсон "Неньютоновские жидкости". - М.: Мир, 1964, 216 с.

Курс «Тепловые машины»

1. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика.— М.: Изд во «Высшая школа», 1969.— 824 с.
2. Андриященко А. И. Основы технической термодинамики реальных процессов.— М.: Изд во «Высшая школа», 1967.— 268с.
3. Беляев Н. М. Термодинамика.— Киев. Из-во Вища школа 1987.— 343с.
4. Бошнякович Д. И. Техническая термодинамика, пер с нем М П Вукаловича и В А Кириллина.— М.: Госэнергоиздат, 1955.— 408с.
5. Вукалович М. П., Новиков И. И. Техническая термодинамика.— М.: Энергия, 1968.— 496с.
6. Жуковский В. С. Техническая термодинамика.— М.: Гос изд-во технической литературы, изд 3 е, 1952.— 440с.
7. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейдлин А. Е. Техническая термодинамика.— М.: Изд-во «Энергия», 1979.— 512с.
8. Литвин А М Техническая термодинамика.— М.: Госэнергоиздат, 1963.— 312.
9. Новиков И. И., Воскресенский К. Д. Прикладная термодинамика и

теплопередача.— М.: Атомиздат, 1977.— 352с.

10. Теплотехника//под общей редакцией И. Н. Сушкина.— М.:
Металлургия.1973.— 479с.

11. Ястржембский А. С. Техническая термодинамика, изд. 7-е.—
М.:Госэнергоиздат, 1960.— 4