

Министерство образования и науки Российской Федерации
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского

"Утверждаю"

Проректор по учебной и
методической деятельности

_____ В.О. Курьянов

« ____ » _____ 2014 года

ПРОГРАММА
междисциплинарного экзамена
для поступающих на образовательную программу магистратуры
по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, магистерская
программа Теплогазоснабжение и вентиляция

Симферополь, 2014 г.

Разработчики программы:

1. Зайцев Олег Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.
2. Боровский Борис Иосифович, д.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
3. Пашенцев Александр Иванович, д.э.н., профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
4. Дихтярь Татьяна Валерьевна, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
5. Анисимов Сергей Николаевич, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
6. Маркин Александр Васильевич, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.
7. Сулейманов Сейран Люманович, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

I. Пояснительная записка

Абитуриенты, поступающие в магистратуру по направлению 08.04.01 Строительство, магистерская программа Теплогазоснабжение и вентиляция очной и заочной форм обучения

должны знать:

- основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для успешного овладения базовыми методами научного познания строительной науки;
- основные направления инженерной деятельности в отрасли;
- требования, предъявляемые к системам теплогазоснабжения и вентиляции воздуха, в том числе санитарно-гигиенические, строительно-монтажные, архитектурные и эксплуатационные требования;
- значение вентиляции и кондиционирования воздуха на комфортное состояние человека и на протекание технологических процессов в условиях производства;
- методы и принципы проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, технику и способы их гидравлического расчета;
- особенности регулирования и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции;
- способы экономии и рационального использования тепловой энергии;
- основные законодательные акты и нормативные документы, регламентирующие деятельность объектов теплогазоснабжения и вентиляции в Российской Федерации;

должны уметь:

- применять теоретические знания для решения практических задач;
- анализировать реальные условия и процессы функционирования объектов теплогазоснабжения и вентиляции;
- обрабатывать и обобщать полученные результаты, готовить обоснованные рекомендации, принимать обоснованные решения для достижения поставленных целей;
- самостоятельно работать со специальной нормативной литературой и проектными материалами;
- производить основные технико-экономические расчеты и обоснования для объектов ТГВ.

Экзаменационный билет междисциплинарного экзамена по магистерской программе Водоснабжение и водоотведение включает 2 комплексных задания. Первое задание – теоретическое (25 тестов), второе задание – практическое (1 комплексная задача).

Экзаменационная работа выполняется на специальных бланках для ответов на тестовые задания, которые абитуриент получает на вступительном экзамене. Цвет ручки – **синий**.

Продолжительность вступительного экзамена – **3** астрономических часа.

Экзаменационный билет междисциплинарного экзамена по магистерской программе Тепло-газоснабжение и вентиляция включает 2 комплексных задания. Первое задание – теоретическое (25 тестов), второе задание – практическое (1 задача).

Перечень дисциплин, по которым осуществляется проверка теоретических знаний и практических навыков, представлен в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Дисциплина
1	Газоснабжение
2	Теплоснабжение
3	Отопление
4	Теплогенерирующие установки
5	Вентиляция
6	Кондиционирование

II. Содержание программы и рекомендованная литература

1. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

1.1. Общие сведения о горючих газах

Природные и искусственные горючие газы. Характеристики природных горючих газов. Виды месторождений добычи природных газов. Сжиженные углеводородные газы (СУГ). Получение природных сжиженных углеводородных газов (СУГ). Способы получения искусственных горючих газов.

1.2. Добыча, обработка и транспортирование природного газа

Добыча газа в Крыму. Газовые месторождения на Черном и Азовском морях. Состояние газодобычи. Перспективы газодобычи. Обработка газа. Осушка газа. Очистка газа от сероводорода и углекислого газа. Одоризация газа. Транспортировка сжиженных углеводородных газов (СУГ) железнодорожным и автомобильным транспортом. Подача СУГ в здания.

1.3. Газоснабжение населённого пункта

Системы газоснабжения населенных пунктов. Уровни давления. Максимально допустимое давление газа для различных потребителей. Ступенчатые системы газоснабжения.

1.4. Системы газоснабжения жилых зданий

Прокладка внутренних газопроводов. Гидравлический расчет внутренних газопроводов. Требования по установке газовых приборов.

1.5. Потребление газа населенным пунктом

Годовое потребление газа на коммунальные нужды. Годовое и часовое потребление газа на горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию. Исходные данные. Параметры, входящие в расчетные соотношения. Неравномерность потребления газа населенным пунктом. Неравномерность потребления газа по месяцам года. Суточная неравномерность по дням недели. Неравномерность потребления по часам суток. Основные способы выравнивания потребления газа.

1.6. Гидравлический расчёт газовых сетей

Гидравлический расчет распределительной кольцевой газовой сети низкого давления. Особенности расчета. Последовательность расчета. Гидравлический расчет распределительной тупиковой газовой сети низкого давления. Выбор расчетной ветки. Гидравлический расчет кольцевой га-

зовой сети высокого (среднего) давления. Выбор расчетного полукольца. Последовательность расчета. Гидравлический расчет кольцевых газовых сетей высокого (среднего) давления на аварийные режимы. Задача расчета. Последовательность расчета.

1.7. Газовое оборудование и приборы

Газовые горелки. Классификация горелок по способу сжигания газа, по способу подачи воздуха и по давлению. Организация сжигания газа в атмосферных горелках для бытовых газовых приборов. Организация сжигания газа в горелках без предварительного смешения газа с воздухом. Проектные решения для удаления вредных выбросов. Арматура газопроводов. Прокладка газопровода в футляре. Краны и задвижки. Сборники конденсата.

1.8. Требования к прокладке наружных газопроводов

Подземная, наземная и надземная прокладка стальных газопроводов. Прокладка полиэтиленовых газопроводов. Преимущества и недостатки кольцевых и тупиковых газопроводов. Особенности расчета тупиковых газопроводов низкого давления. Особенности расчета кольцевых газопроводов низкого давления.

1.9. Принципиальная схема магистрального газопровода

Основные элементы и их назначение. Рабочее давление. Необходимость перехода на высокое давление.

1.10. Газораспределительные станции, газорегуляторные пункты и установки

Назначение. Оборудование. ГРС, ГРП, ГРПБ, ШРП, состав оборудования. ГРУ, состав оборудования. Отличие ГРП от ГРС.

1.11. Расчетный часовой расход газа

Определение часового расхода газа для жилых зданий. Определение часового расхода газа для предприятий бытового обслуживания, общественного питания и промышленных предприятий. Определение часового расхода газа для отдельного жилого (общественного здания).

1.12. Расчетные схемы газоотдачи газовых систем

Сеть с сосредоточенными расходами газа. Сеть с равномерно распределенными расходами газа. Сеть с равномерно распределенными и сосредоточенными расходами газа.

1.13. Защита газопроводов от коррозии

Виды коррозии. Метод активной и пассивной защиты газопроводов от коррозии.

1.14. Горение газа в потоке газозвдушной смеси

Ламинарный поток. Турбулентный поток. Отрыв и проскок пламени. Способы борьбы. Стабилизация горения.

2. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

2.1. Климатические показатели и классификация потребителей тепловой энергии

Расход тепла на отопление. Расход тепла на вентиляцию. Расход тепла на горячее водоснабжение.

2.2. Классификация систем теплоснабжения

Централизованное теплоснабжение от ТЭЦ. Централизованное теплоснабжение от РК. Местное децентрализованное теплоснабжение.

2.3. Классификация тепловых сетей. Системы теплоснабжения

Схемы тепловых сетей. Энергетический потенциал теплоносителя. Режим работы тепловых сетей. Графики температур и расхода воды. Выбор трассы, общие требования к прокладкам тепловых сетей.

2.4. Способы прокладки теплопроводов

Канальная и бесканальная прокладка тепловых сетей. Трубы, опоры, компенсаторы и их соединения. Покрытие и тепловая изоляция.

2.5. Бесканальная прокладка тепловых сетей

Определение оптимальной толщины изоляции тепловых сетей. Тепловой расчет системы теплоснабжения. Выбор оборудования подстанций в тепловой сети.

2.6. Водяные системы теплоснабжения, закрытые и открытые

Однотрубные, двухтрубные, многотрубные системы, их преимущества и недостатки. Подпитка тепловых сетей, схема подпитки. Основные тенденции развития систем теплоснабжения.

2.7. Присоединения потребителей к сетям теплоснабжения

Присоединения систем отопления. Присоединения систем вентиляции. Присоединения систем горячего водоснабжения.

2.8. Тепловые узлы

Элеваторы и насосы. Грязевики, баки, трубопроводная арматура. Монтажные схемы и оборудование тепловых узлов.

2.9. Расчетный расход теплоносителя

Гидравлический расчет теплопроводов. Пьезометрический график. Тепловой расчет.

2.10. Определение расходов тепла на теплоснабжение

Режим отпуска и потребления тепла. Суммарный расход воды в сети. Регулирование отпуска тепла на ГВС.

3. ОТОПЛЕНИЕ

3.1. Общие сведения об отоплении зданий

Основные виды и классификация систем отопления. Требования, предъявляемые к системам отопления. Теплоносители в системах отопления.

3.2. Тепловая мощность систем отопления

Минимально допустимые значения сопротивления теплопередаче $R_{q, \min}$. Потери теплоты через ограждения помещения. Потери теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха. Удельная тепловая характеристика здания, расчет теплопотребления на отопление по укрупненным показателям.

3.3. Конструктивные элементы систем отопления

Отопительные приборы, классификация, размещение и установка, тепловой расчет. Требования, предъявляемые к отопительным приборам. Теплопроводы систем отопления, классификация, материал, размещение и способы соединения. Расширительные баки. Запорно-регулирующая арматура ее размещение. Удаление воздуха из системы отопления.

3.4. Системы водяного отопления

Системы отопления с естественной и насосной циркуляцией воды. Циркуляционное давление насоса. Принципиальные схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям. Запорно-

регулирующая арматура индивидуального теплового пункта, теплообменники и циркуляционные насосы.

3.5. Однотрубные системы водяного отопления

Принципиальные схемы систем. Основное, второстепенные и малые циркуляционные кольца их расчетные схемы. Коэффициент затекания воды в прибор. Обеспечение гидравлической устойчивости однотрубных систем с терморегуляторами.

3.6. Двухтрубные системы водяного отопления

Принципиальные схемы. Преимущества, недостатки, область применения. Поквартирные системы отопления. Определение гидравлической настройки n дросселя терморегулятора. Увязывание циркуляционных колец двухтрубной системы отопления.

3.7. Гидравлический расчет систем водяного отопления

Расчет естественного циркуляционного давления. Расчетное циркуляционное давление в насосной системе водяного отопления. Способы гидравлического расчета систем водяного отопления: по удельной линейной потере давления; по характеристикам сопротивления и проводимостям.

3.8. Оборудование систем водяного отопления с переменным гидравлическим режимом и его характеристики

Пропускная способность, внешний авторитет и расходная характеристика регулирующего клапана. Радиаторные терморегуляторы, рабочие характеристики. Автоматические регуляторы перепада давления и расхода.

3.9. Паровое, воздушное и панельно-лучистое отопление

Схемы и устройство системы парового отопления. Схемы систем воздушного отопления. Система панельно-лучистого отопления преимущества и недостатки. Схемы системы отопления в полу.

3.10. Системы местного и комбинированного отопления

Классификационное определение местной системы отопления Нетеплоемкие отопительные печи, камины. Газовое и газозвоздушное лучистое отопление. Электрические отопительные приборы. Комбинированное отопление.

3.11. Проектирование систем отопления

Технико-экономические показатели систем отопления. Состав проекта и последовательность проектирования отопления. Нормы и правила проектирования отопления. Проектирование систем отопления с помощью ЭВМ.

3.12. Энергосбережение, утилизация природной и сбросной теплоты в системах отопления

Снижение энергопотребности на отопление, классификация энергетической эффективности, энергетический паспорт здания. Экономия теплоты при автоматизации работы системы отопления. Системы отопления с использованием возобновляемых источников энергии и сбросной теплоты.

4. ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ

4.1. Тепловой баланс котельного агрегата

Составные части теплового баланса. Коэффициент полезного действия котельного агрегата. Испарительная способность и часовой расход топлива.

4.2. Сжигание жидкого топлива в котлоагрегатах

Основные особенности горения жидкого топлива. Конструкции форсунок для жидкого топлива. Мазутное хозяйство.

4.3. Сжигание твердого топлива в котлоагрегатах.

Способы сжигания твердого топлива. Основные особенности слоевого горения топлива. Системы золошлакоудаления.

4.4. Паровые котельные агрегаты.

Особенности гидродинамики паровых котлов. Тепловые схемы паровых котельных. Продувка в паровых котлах.

4.5. Эксплуатация котельных агрегатов.

Водоподготовка. Нормирование состава питательной воды. Методы снижения содержания вредных выбросов ТГУ.

4.6. Обработка воды для котлоагрегатов.

Атмосферные деаэраторы. Вакуумные деаэраторы. Умягчение питательной воды.

4.7. Конструктивные элементы котлоагрегатов.

Водяные экономайзеры. Элементы расчета. Воздухоподогреватели. Элементы расчета.

4.8. Котельные агрегаты.

Типы котлов. Топочные устройства котлоагрегатов.

4.9. Вспомогательное оборудование котельной.

Питательные устройства. Котельная арматура и трубопроводы. Тяга и дутье.

4.10. Тепловой расчет котельного агрегата.

Энтальпия продуктов сгорания. Id-диаграмма. Расчет теплообмена в топке. Расчет конвективных поверхностей нагрева.

5. ВЕНТИЛЯЦИЯ

5.1. Гигиенические и физические основы вентиляции.

Основные свойства влажного воздуха. I-d диаграмма влажного воздуха. Физиологическое воздействие на человека окружающей среды.

5.2. Движение воздуха в вентилируемых помещениях.

Естественные конвективные потоки над тепловыми источниками. Закономерности движения воздуха у всасывающих отверстий. Движение воздуха в вентилируемых помещениях в зависимости от расположения приточных и вытяжных отверстий.

5.3. Способы создания воздухообмена и принципы устройства вентиляции.

Принципиальные схемы вентиляции помещений. Способы организации воздухообмена. Расчетные температуры наружного воздуха в зимний, переходный и летний периоды года.

5.4. Конструктивное оформление систем вентиляции.

Конструктивное выполнение вентиляционной системы в жилых, общественных и гражданских зданиях. Воздухоприемные устройства приточных систем. Воздухораспределительные устройства системы вентиляции.

5.5. Борьба с избыточной температурой в промышленных цехах.

Солнечная радиация. Тепловыделения от оборудования. Применение естественного воздухообмена для удаления теплоизбытков в горячих цехах.

5.6. Борьба с вредными газами и парами.

Определение количества газов и паров, выделяющихся в помещении. Локализирующая вентиляция. Очистка воздуха от запахов и обеззараживание его от бактерий.

5.7. Очистка воздуха от пыли.

Определение степени запыленности воздуха. Фильтры для очистки воздуха от пыли. Пылеосадочные камеры. Циклоны.

5.8. Аэрация промышленных и жилых зданий.

Аэрация в помещениях с тепловыделениями. Аэрация под действием тепловых избытков. Аэрация под действием ветра. Аэрация многоэтажных жилых зданий.

5.9. Пневматический транспорт материалов.

Основные данные для расчета воздухопроводов пневмотранспорта. Конструктивные требования, предъявляемые к установкам пневмотранспорта. Расчет воздухопроводов для пневмотранспорта материалов.

6. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

6.1. Кондиционирование воздуха.

Область применения установок кондиционирования воздуха и их классификация. Конструкции центральных кондиционеров. Местные, неавтономные кондиционеры.

6.2. Мокрые воздухоохладители.

Расчет форсуночных камер. Основные схемы прямоточных и рециркуляционных систем кондиционирования воздуха. Осушка воздуха путем распыления водяных паров.

6.3. Нагревание приточного воздуха.

Конструкции и классификации калориферов. Подбор калориферов. Схемы присоединения калориферов.

6.4. Увлажнение воздуха.

Испарение воды с открытой поверхности. Охлаждение воздуха испарением воды. Понижение температуры воздуха при испарении воды.

III. Литература

1. Енін М. П. и др. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом. — К., 2002.
2. Ионин А. А. Газоснабжение. — М., 1989.
3. Боровский Б. И. Курс лекций по дисциплине "Газоснабжение" (2-е издание). — Симферополь, 2006.
4. Демидов Г. В. Городское газовое хозяйство. — М., 1964.
5. ДБН 2.5-20-2001. Газоснабжение. — К., 2001.
6. Пешехонов Н. И. проектирование газоснабжения. — К., 1970.
7. Честнейшин Б. П. Газификация жилых зданий и коммунально-бытовых предприятий. — М., 1968.
8. Козин В. Е. Теплоснабжение : учеб. пособие. — М. : Высшая школа, 1980.
9. Мадорський О. М. Експлуатація систем теплопостачання. — К. : Либідь, 2005.
10. Дюскин В. К. Системы теплоснабжения. — М. : Инфра – М. : Луганск, 2000.

11. Шевчук М. М. Проектування теплових сітей. — К. : Вища школа, 2003.
12. Шамуневич А. П. Насосно-силовое оборудование систем теплоснабжения. — Харьков : Слобода, 1999.
13. Михеев М. А. Основы теплоснабжения. — Луганск : Альфа, 2001.
14. Шубин А. Е. Теплоснабжение. — Донецк : АСТ, 2006.
15. Мельников О. Н. Справочник монтажника сетей теплоснабжения. — Спб. : Питер, 2003.
16. Яковенко С. С. Теплоснабжение. — Донецк : АСТ, 2000.
17. Сканава А. Н., Махов Л. М. Отопление : учебник для ВУЗов. — М. : Издательство АСВ, 2002.
18. ДБН В.2.6 – 31:2006 Тепловая изоляция зданий. — Киев : МС, А и ЖКХ Украины, 2006.
19. ДСТУ-Н Б А.2-5:2007. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. — К. : Мінрегіонбуд, 2008.
20. СНиП 2.04. 05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование — Издание неофициальное. — К. : КиевЗНИИЭП, 1996. — 64 с. прил. 12*.
21. Зайцев О. Н., Любарец А. П. Проектирование систем водяного отопления (пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов). — Вена – Киев – Одесса : фирма "Herz Armaturen", 2008.
22. Пырков В. В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. — К. : П ДП "Такі справи", 2005.
23. Пырков В. В. Особенности современных систем водяного отопления. — К. : П ДП "Такі справи", 2003.
24. Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. — К. : П ДП "Такі справи", 2008.
25. Альбом принципиальных схем блочных тепловых пунктов Данфосс. Версия 1.5.1
26. Настольная книга проектировщика: Вена: фирма "HERZ Armaturen", 2008.
27. Покотилов В. В. Пособие по расчёту систем отопления: Вена: фирма "HERZ Armaturen", 2006.
28. Блинов, Е.А. Топливо и теория горения. Раздел - подготовка и сжигание топлива: Учеб.-метод. комплекс (учеб. пособие)/ Е.А. Блинов. — СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007.
29. Бойко, Е. А. и др. Котельные установки и парогенераторы (тепловой расчет парового котла): Учебное пособие / Е. А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005.
30. Карауш С.А., Хуторной А.Н. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Строительство". — Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003.
31. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: учебник для Вузов. — 3-е издание, перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 588 с.
32. Сулейманов С. Л. Вентиляция жилых и общественных зданий и сооружений : учеб. пособие. — Симферополь : НАПКС, 2003.
33. Пеклов А. А. Кондиционирование воздуха в промышленных и. общественных зданиях. Изд. Будівельник: — Киев, 1967.
34. Сибикин Ю. Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — М.: Издательский центр "Академия", 2004.
35. Ананьев В. А., Балуева Л. Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Изд. Евроклимат, 2005.

IV. Критерии оценивания

Максимально абитуриент может набрать за полные и правильные ответы 100 баллов, в т.ч.:

- за теоретическое задание – 75 баллов (каждый тест оценивается в 3 балла)
- за практическое задание – 25 баллов.

Максимальная балльная оценка снижается:

за теоретическое задание:

на 3 балла за каждый тест, если:

- а) выбран неправильный ответ;
- б) выбрано два и более варианта ответа, даже если среди них выбран правильный ответ;
- в) ответ отсутствует.

за практическое задание:

- на 5 балла за отсутствующие или неправильно указанные единицы измерения;
- на 5 баллов за ошибки в расчётах;
- на 5 баллов за неполное решение задачи.

Ответ оценивается в 0 баллов, при полном отсутствии решения, при неверно решённой задаче или подмене абитуриентом условия задачи.

В экзаменационной работе абитуриента выставляется балл за ответ на каждое задание и итоговый балл по 100-балльной шкале.

В экзаменационную ведомость и в экзаменационный листок абитуриента выставляется итоговый балл по 100-балльной шкале.

Абитуриенты, экзаменационная работа которых была оценена менее чем на 30 баллов, к участию в конкурсе на зачисление и к последующим экзаменам не допускаются!

V. Образец теста и задачи

1. Какие функции выполняет газораспределительная станция:

- 1. Снабжение газоиспользующих установок газом;
- 2. Снабжение газом низкого давления одного или нескольких жилых домов и других потребителей;
- 3. Понижение давления газа от магистрального до необходимого для системы газоснабжения населенного пункта и поддержание этого давления постоянным;
- 4. Питание городской распределительной сети газом низкого давления.

2. Какая величина используется для определения расчетного часового расхода газа на отопление, вентиляцию и на горячее водоснабжение:

- 1. Число часов использования максимума расхода газа в год;
- 2. Годовое потребление газа;
- 3. Коэффициент одновременности;
- 4. Годовое потребление теплоты.

3. В чем цель гидравлического расчета газопровода:

- 1. В определении расчетных часовых расходов газа
- 2. В определении давления на участках газопровода
- 3. В определении диаметров и потерь давления на участках газопровода
- 4. В определении коэффициентов местных сопротивлений

4. Чему равна максимальная температура сгорания метана с воздухом:

- 1. 530оС
- 2. 490оС
- 3. 654оС
- 4. 1234оС

5. Как прокладываются цеховые газопроводы:

- 1. По стенам или колоннам в виде тупиковых линий
- 2. Надземным способом
- 3. Закрытым способом
- 4. Подземным способом

6. Для водяных систем теплоснабжения температура воды в подающем и обратном трубопроводе не должна выходить за пределы:

1. 175-95 0С
2. 150-95 0С
3. 200-100 0С
4. 240-150 0С

Комплексная задача

В помещении с кратковременным пребыванием людей собралось 120 человек. Объем помещения $V = 1200 \text{ м}^3$. Определить через сколько времени τ , после начала сбора, собравшимся нужно включить приточно-вытяжную вентиляцию при следующих данных: количество CO_2 , выделяемое человеком, допустимое и начальное его содержание равняется $M_{\text{CO}_2} = 23 \cdot 120$, $C_{\text{пдж}} = 2 \text{ л/м}^3$, $C_0 = 0,6 \text{ л/м}^3$.

Приложения необходимые для решения задач прилагаются к билету.