

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Викторович
Должность: директор филиала
Дата подписания: 19.06.2026 11:13:18
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab08

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра транспортно-технологических машин



**Методические рекомендации по подготовке и
защите расчетно-графической работы по
дисциплине**

«Физика пласта»

Направление подготовки	21.03.01 Нефтегазовое дело (код и наименование направления подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы	Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная, очно-заочная
Год начала обучения	2022

Методические указания разработаны в соответствии с:

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 96 от 09 февраля 2018 года, зарегистрированный в Минюсте 02 марта 2018 года, рег. номер 50225;
- учебным планом (очной, очно-заочной формам обучения) по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»;
- рабочей программой дисциплины «Физика пласта».

Авторы: Лепаев Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Методические указания одобрены на заседании кафедры транспортно-технологических машин (протокол № 11 от 14.05.2022 г.)

В Методических рекомендациях изложены методология и методика подготовки расчетно-графических работ, а также требования к их оформлению; кроме того, определены основные обязанности кафедры транспортно-энергетических систем и научных руководителей по руководству, даны рекомендации студентам по их защите.

Методические рекомендации предназначены для руководителей расчетно-графических работ, а также для студентов всех форм обучения обучающихся по направлению по направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» в Чебоксарском институте (филиале) Московского политехнического университета.

1. Порядок выбора и утверждения темы расчетно-графической работы

Тема расчетно-графической работы определяется студентом совместно с преподавателем на основании перечня направлений научно-исследовательской деятельности, ежегодно утверждаемых кафедрами, и затем формулируется им в первоначальной редакции.

2. Структура и содержание расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа должна отвечать следующим требованиям к структуре:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении обсуждается постановка задачи, выбор и обоснование начальных условий. В основной части приводятся все произведенные расчеты. В заключении анализируются и обсуждаются полученные результаты.

Цель расчетно-графической работы: выбрать материал резервуара, рассчитать нагрузки, действующие на резервуар, выбрать оптимальные размеры, выполнить расчет на прочность, устойчивость и опрокидывание резервуара, расчет и конструирование днища и покрытия резервуара.

3. Порядок оформления расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа выполняется на компьютере на стандартных листах А4. Текст печатается на одной стороне листа. На странице должно располагаться **28-30 строк, каждая из которых содержит 60-65 знаков, включая пробелы. Междустрочный интервал – 1,5, шрифт текста – 14 (Times New Roman), в таблицах - 12, в подстрочных сносках -10.** Текст печатается строчными буквами (кроме заглавных), выравнивается по ширине с использованием переносов слов. На титульном листе надпись: расчетно-графическая работа печатается 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом внутри самой работы не допускается. Однако заголовки и подзаголовки при печатании текста письменной работы выделяются полужирным шрифтом. Абзацный отступ должен **соответствовать 1,25 см** и быть одинаковым по всей работе.

Ориентировочный объем расчетно-графической работы составляет **25-35 страниц**. В данный объем не входят приложения и список использованных источников. По согласованию с преподавателем объем работы может быть увеличен.

Страницы, на которых излагается текст, должны иметь поля: **левое -30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.**

В тексте работы «Введение», название глав, «Заключение» и «Список использованной литературы» печатаются (начинаются) с новой страницы.

Расстояние между заголовком и подзаголовком, заголовком и последующим текстом, подзаголовком и предыдущим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами, а между подзаголовком и последующим текстом - одним полуторным межстрочным интервалом.

Главы письменных работ нумеруются арабскими цифрами и должны

начинаться с новой страницы (листа). Номер главы состоит из числа: 1, 2 и т.д.

Заголовки (подзаголовки) располагаются центрированным (посередине текста) способом.

Страницы письменных работ должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в внизу поля страницы по центру без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. В работе второй страницей является содержание.

Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, формы обучения, обозначение характера работы (курсовая), ее тему, фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы, ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы, графы «Дата сдачи», «Допустить к защите», «Дата защиты», «Оценка», место и год написания работы.

Оглавление работы, которое следует после титульного листа, должно содержать названия элементов структуры работы и номера листов, с которых они начинаются.

При использовании литературы и цитировании отдельных научных положений студент обязан осуществлять в сносках ссылки на авторов и источники, откуда он заимствует материал (фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания, конкретная страница, откуда заимствована цитата). При этом цитирование допускается только в ограниченном объеме, оправданном целью цитирования (для обоснования актуальности рассматриваемого вопроса; демонстрации различных взглядов, существующих в науке по проблемам темы, подтверждения или опровержения выдвигаемых студентом тезисов и т.п.).

Прямое цитирование в тексте обязательно оформляется с помощью кавычек. В случае буквального воспроизведения положений научных трудов без указания на их названия и авторов расчетно-графическая работа к защите не допускается.

В списке использованных источников должны быть указаны только те материалы, на которые имеется ссылка (сноска) в работе.

Если в курсовой работе имеются приложения, их необходимо пронумеровать. Все листы расчетно-графической работы должны быть пронумерованы.

Нумерация страниц в курсовой работе должна быть сплошной. Студент отвечает за грамотность и аккуратность оформления расчетно-графической работы.

Наличие грамматических, орфографических и пунктуационных ошибок либо небрежное оформление работы может послужить причиной неудовлетворительной оценки работы.

4. Порядок представления расчетно-графической работы на защиту

Расчетно-графическая работа, подготовленный студентом в окончательной форме, должна быть представлена делопроизводителю кафедры в следующем комплекте:

в письменной форме в прошитом, сброшюрованном или скрепленном виде – 1 экземпляр;

в электронной форме посредством направления на электронный почтовый адрес кафедры транспортно-энергетических систем ttm@chebpolytech.ru – 1 экземпляр.

Делопроизводитель кафедры после регистрации факта и даты сдачи расчетно-графической работы передает ее для проверки научным руководителем.

Передача расчетно-графической работы в электронной форме может быть осуществлена путем направления ее студентом непосредственно научному руководителю по электронной почте.

После поступления расчетно-графической работы на кафедру научный руководитель проверяет ее в течение 14 календарных дней с момента поступления на кафедру, после чего возвращает ее делопроизводителю со своим отзывом. В отзыве указываются следующие положения:

- наименование учебного заведения, кафедры, формы обучения;
- обозначение характера работы (курсовая), ее тему;
- фамилию, имя, отчество выполнившего ее студента, номер курса и группы;
- ученую степень, должность или ученое звание научного руководителя, его фамилию и инициалы;
- соответствие представленной расчетно-графической работы общим требованиям, указанным в настоящих Методических указаниях;
- указание на имеющиеся в курсовой работе недостатки (как по форме, так и по содержанию работы), не препятствующие допуску работы к защите;
- вывод о возможности допуска расчетно-графической работы к защите.

В случае если поставленные научным руководителем вопросы не ясны студенту, он вправе уточнить их у научного руководителя лично во время его еженедельных консультаций (дежурств на кафедре) или дистанционно через электронную почту.

В случае формулирования научным руководителем вывода о невозможности допуска расчетно-графической работы к защите расчетно-графическая работа подлежит подготовке заново с учетом замечаний, указанных научным руководителем, и повторному представлению на защиту в порядке, предусмотренном разделами 3-5, тому же научному руководителю.

5. Порядок защиты расчетно-графической работы

Защита расчетно-графической работы может проводиться только научному руководителю.

Защита расчетно-графической работы проводится в форме, установленной научным руководителем. При устной форме защиты расчетно-графической работы студент должен подготовить ответы на вопросы, поставленные ему научным руководителем в рецензии.

Научный руководитель вправе по своему усмотрению задавать студенту дополнительные вопросы для проверки уровня и качества освоения им знаний по теме расчетно-графической работы, а также для дополнительной проверки самостоятельности выполнения расчетно-графической работы.

По итогам защиты научный руководитель определяет, может ли быть защита зачтена, или требуется повторная защита.

По итогам первоначальной или (в случае ее неудачи) повторной защиты расчетно-графической работы научный руководитель ставит отметку о защите расчетно-графической работы в зачетной книжке студента, в ведомости и на титульном

листе работы.

После защиты рецензия и расчетно-графическая работа подлежат сканированию самим студентом и заливке в Электронную информационно-образовательную среду (Электронное портфолио) Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по адресу <http://students.polytech21.ru/login.php>, после чего работа в письменной форме передаются студентом делопроизводителю для хранения в архиве Филиала.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Основная литература:

1. Физика пласта : учебное пособие / составитель Р. Б. Кохужева. — Майкоп : МГТУ, 2024. — 201 с. — ISBN 978-5-6052373-7-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/464585> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Измайлова, Г. Р. Физика нефтегазового пласта : учебное пособие / Г. Р. Измайлова, А. А. Мугатабарова. — Уфа : УГНТУ, 2023. — 122 с. — ISBN 978-5-7831-2346-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/397553> (дата обращения: 20.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

3. Коновалова, Л. Н. Физика пласта : учебное пособие / Л. Н. Коновалова, Л. М. Зиновьева, Т. К. Гукасян. — Ставрополь : СКФУ, 2016. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155112>.
4. Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. С. Вольмир. — 3-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 526 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06864-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/598791>.

Периодика:

1. Нефтегазовая промышленность: отраслевой журнал. <https://nprom.online>. - Текст: электронный.
2. Бурение и нефть: научно-технический рецензируемый журнал. <https://burneft.ru/ethics>. - Текст: электронный.

СОДЕРЖАНИЕ

1. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ	3
2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ.....	6
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ.....	5
3. ОЦЕНКА ДЕБИТА ЖИДКОСТИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ ТРЕЩИНОВАТЫЙ КОЛЛЕКТОР	7
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	12

1. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Классификация горных пород по происхождению. Свойства горных осадочных пород. Терригенные и карбонатные горные породы. Минералогический и гранулометрический состав пород.

2. Классификация горных пород по типам коллекторов. Типы цемент горных пород. Форма и окатанность частиц. Признаки породы- коллектора нефти и газа.

3. Пористость, кавернозность и трещиноватость. Классификация породколлекторов по размерам поровых каналов. Коэффициенты полной, открытой, эффективной и динамической пористости.

4. Проницаемость горных пород. Способы определения проницаемости горных пород. Приборы для определения абсолютной проницаемости. Вертикальная и горизонтальная проницаемость.

5. Капиллярные свойства и остаточная водонасыщенность пород. Структура пустотного пространства. Извилистость и проточность поровых каналов. Структурный коэффициент. Эффективный диаметр. Гидравлический радиус пустот. Распределение пустот по размерам в горной породе. Удельная поверхность горных пород.

6. Методы исследования структуры пород-коллекторов. Прочность. Твердость. Упругость. Пластичность. Сжимаемость. Набухаемость. Текучесть. Коэффициент объемной упругости горных пород. Методы определения механических свойств горных пород. Напряженное состояние горных пород в массиве. Нормальное и касательное напряжения.

7. Напряженное состояние горных пород в околоскважинном пространстве. Пластовое давление. Горное давление. Эффективное давление. Деформационные процессы в продуктивных пластах при их разработке.

8. Акустические свойства горных пород. Продольные и поперечные волны. Коэффициенты отражения и затухания. Факторы, влияющие на акустические свойства горных пород (давление, температура, насыщенность, структура и текстура горных пород).

9. Состав природных и попутных газов. Основные свойства газа. Плотность. Вязкость. Критические и приведенные параметры газа. Коэффициенты сверхсжимаемости газа.

10. Зависимость свойств газа от его состава, давления и температуры. Влажосодержание газа. Состав и свойства газоконденсатных смесей.

11. Нефтенасыщенность и методы ее определения. Состав нефти. Физико-химические, тепловые и электрические свойства пластовой нефти. Плотность. Вязкость.

12. Растворимость газов в нефти. Закон Генри. Влияние газонасыщенности на физико-химические свойства нефти. Давление насыщения. Сжимаемость, объемный коэффициент и усадка нефти. Кривая раз газирования пластовой нефти.

13. Состав пластовых вод. Плотность. Вязкость. Сжимаемость. Термическое расширение. Минерализация. Растворимость природных газов в пластовой воде. Влияние давления и температуры на физические свойства пластовых вод. Состояние остаточной воды в продуктивных коллекторах.

14. Поверхностное натяжение на границах разделов сред. Смачиваемость горных пород-коллекторов нефти и газа. Гидрофильные и гидрофобные горные породы.

15. Источники пластовой энергии. Физические основы вытеснения нефти и газа из пористых сред. Силы, действующие в пласте в процессе вытеснения нефти и газа водой. Механизм вытеснения нефти водой из фиктивного грунта. Механизм вытеснения нефти водой из реального грунта.

16. Применение ПАВ для повышения нефтеотдачи. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Физико-химические основы повышения отдачи коллекторов. Экспериментальные исследования процессов вытеснения нефти и газа водой. Коэффициент вытеснения.

17. Современные направления исследований в области физики нефтяного и газового пласта для решения задач повышения нефтеотдачи коллекторов.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Расчет дебита фильтрующейся жидкости для различных видов пористости

1. Оценка дебита жидкости при линейном режиме равномерной фильтрации

Рассмотрим случай субкапиллярной фильтрации, т.е. фильтрация равномерная и проходит через всю площадь образца, имеющего субкапиллярную пористость.

Дебит жидкости при линейном режиме оценивается уравнением Дарси:

$$Q = k_{np} \cdot F \frac{\Delta P}{\mu \cdot L}$$

где k_{np} – проницаемость, м²;

F – площадь фильтрации, м²;

ΔP – перепад давления, Па;

μ – вязкость, Па·с;

L – длина, м.

Задача I

Дан кубик породы размером 10x10x10 см, имеющий проницаемость k_{np} , через который фильтруется жидкость при градиенте давления ($\Delta P/L$). Определить дебит жидкости.

Оценка дебита жидкости при фильтрации через неравномерно-проницаемый коллектор

Проницаемость жидкости при фильтрации через капилляр оцениваем из соотношения уравнений Дарси:

$$Q = k_{np, \text{кат}} \cdot F \frac{\Delta P}{\mu \cdot L} \quad (2)$$

и Пуайзеля:

$$Q = \frac{F \cdot r^2 \cdot \Delta P}{8 \cdot \mu \cdot L}, \quad (3)$$

откуда:

$$k_{пр. кап} = \frac{r^2}{8} \quad (4)$$

где $k_{пр. кап}$ – проницаемость при фильтрации жидкости через капилляр, м²;
 F – площадь фильтрации, м²;
 ΔP – перепад давления, Па;
 μ – вязкость, Па·с;
 L – длина, м.

После преобразования коэффициента проницаемости и радиуса капилляра к одной размерности получим эмпирическое уравнение для оценки коэффициента проницаемости при фильтрации жидкости через капилляр:

$$k_{пр. кап} = 12,5 \cdot 10^{-6} r^2 \quad (5)$$

Задача 2

Дан кубик породы размером 10x10x10 см, имеющий проницаемость $k_{пр}$, через который фильтруется жидкость вязкостью при градиенте давления ($\Delta P/L$). В этом кубике существует один капилляр диаметром D_k . На сколько увеличится суммарный дебит при прочих равных параметрах μ и $\Delta P/L$?

3. ОЦЕНКА ДЕБИТА ЖИДКОСТИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ ТРЕЩИНОВАТЫЙ КОЛЛЕКТОР

Допустим, в кубике с субкапиллярной проницаемостью вместо канала имеется трещина вдоль всего образца шириной $L_{тр}$, высотой $h_{тр}$.

Оценить проницаемость трещины (щели) для жидкости, фильтрующейся через образец, можно, используя соотношение уравнений Буссинеска и Дарси:

$$\Delta P = \frac{12 \cdot \mu \cdot v \cdot L_{тр}}{h_{тр}^2} \quad (6)$$

$$\Delta P = \frac{v \cdot \mu \cdot v \cdot L_{тр}}{k_{пр.тр.}} \quad (7)$$

где $k_{пр.тр.}$ – проницаемость при наличии трещиноватой фильтрации, м²;

v – линейная скорость движения жидкости, м/с;

ΔP – перепад давления, Па;

μ – вязкость, Па·с;

$L_{тр}$ – длина трещины, м;

$h_{тр}$ – высота трещины, м.

Приведя параметры к одной размерности в единицах измерения нефтепромысловой геологии, получим эмпирическое уравнение для оценки коэффициента проницаемости при трещиноватой фильтрации:

$$k_{пр.тр.} = 84,4 \cdot 10^5 \cdot h^2. \quad (8)$$

Задача 3

Дан кубик породы размером 10x10x10 см, имеющий проницаемость $k_{пр}$, через который фильтруется жидкость при градиенте давления ($\Delta P/L$). В этом кубике будет существовать одна трещина шириной $L_{тр}$, высотой $h_{тр}$. На сколько увеличится суммарный дебит при прочих равных параметрах μ и $\Delta P/L$?

Исходные данные представлены в таблице 1, имеющие следующие обозначения:

$k_{пр}$ – проницаемость при субкапиллярной фильтрации, мкм²;

μ – вязкость жидкости, мПа⁰·с;

$\Delta P/L$ – перепад давления, МПа/м;

N_k – число капилляров;

D_k – диаметр капилляра, мм;

L_{mp} – длина трещин, см; h_{mp} – высота трещины, мм;

Таблица 1

Исходные данные для задачи №1

<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>κ_{np}</i>	8	12	10	11	15	9	18	13	14	10	11
<i>μ</i>	2,0	1,3	3,0	2,5	3,0	1,5	2,0	1,3	3,0	1,2	1,4
<i>ΔP/L</i>	0,3	0,26	0,31	0,32	0,33	0,35	0,3	0,36	0,31	0,28	0,26
<i>N_k</i>	1	2	1	2	3	2	1	3	2	1	3
<i>D_k</i>	0,18	0,2	0,22	0,24	0,25	0,16	0,3	0,27	0,28	0,24	0,16
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>h_{mp}</i>	0,15	0,16	0,18	0,17	0,19	0,22	0,21	0,28	0,27	0,28	0,23
<i>B</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>22</i>
<i>κ_{np}</i>	13	17	20	12	13	11	9	13	16	17	8
<i>μ</i>	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	2,8	2,2	1,1	1,3	1,1	1,8
<i>ΔP/L</i>	0,3	0,24	0,22	0,23	0,26	0,25	0,3	0,36	0,26	0,27	0,24
<i>N_k</i>	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
<i>D_k</i>	0,15	0,22	0,23	0,24	0,33	0,28	0,26	0,3	0,18	0,19	0,21
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>h_{mp}</i>	0,22	0,21	0,23	0,19	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,22
<i>B</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>31</i>	<i>32</i>	<i>33</i>
<i>κ_{np}</i>	9	12	13	10	11	9	15	14	16	11	17
<i>μ</i>	1,6	1,9	2,0	3,0	1,4	1,8	1,6	2,2	2,0	2,1	1,3
<i>ΔP/L</i>	0,2	0,22	0,24	0,25	0,31	0,32	0,28	0,24	0,25	0,28	0,31
<i>N_k</i>	2	1	2	1	2	3	2	1	1	2	3
<i>D_k</i>	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,3	0,31	0,29	0,28	0,18
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>h_{mp}</i>	0,24	0,26	0,28	0,16	0,25	0,26	0,27	0,18	0,23	0,24	0,22

Исходные данные для задачи №2

<i>B</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>κ_{np}</i>	9	20	13	17	9	16	18	19	15	12	13
<i>μ</i>	1,6	1,7	3,0	1,6	1,8	1,9	2,8	3,0	2,0	2,0	1,3
<i>ΔP/L</i>	0,4	0,28	0,35	0,37	0,39	0,4	0,22	0,28	0,3	0,28	0,24
<i>N_k</i>	2	1	2	1	2	3	2	1	1	1	2
<i>D_k</i>	0,22	0,26	0,3	0,31	0,28	0,29	0,26	0,2	0,25	0,18	0,2
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>η_{mp}</i>	0,2	0,26	0,26	0,28	0,29	0,3	0,18	0,26	0,24	0,27	0,18
<i>B</i>	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>κ_{np}</i>	11	9	13	16	17	8	9	12	13	10	11
<i>μ</i>	3,0	2,5	3,0	1,5	2	1,3	3,0	1,2	1,4	1,8	2,0
<i>ΔP/L</i>	0,25	0,28	0,31	0,4	0,28	0,35	0,37	0,39	0,4	0,22	0,28
<i>N_k</i>	1	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1
<i>D_k</i>	0,22	0,24	0,25	0,16	0,3	0,27	0,28	0,24	0,16	0,15	0,22
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>η_{mp}</i>	0,23	0,24	0,22	0,2	0,26	0,26	0,28	0,29	0,3	0,18	0,26
<i>B</i>	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
<i>κ_{np}</i>	9	8	12	10	11	15	9	18	13	14	10
<i>μ</i>	2,2	2,5	3,0	2,8	2,2	1,1	1,3	1,1	1,8	1,6	1,9
<i>ΔP/L</i>	0,3	0,23	0,26	0,25	0,3	0,36	0,26	0,27	0,24	0,2	0,22
<i>N_k</i>	1	2	1	1	2	3	2	1	2	1	2
<i>D_k</i>	0,23	0,24	0,33	0,28	0,26	0,3	0,22	0,19	0,21	0,22	0,23
<i>L_{mp}</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>η_{mp}</i>	0,24	0,15	0,16	0,18	0,17	0,19	0,18	0,21	0,28	0,27	0,28

Таблица 3

Исходные данные для задачи №3

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
k_{np}	11	13	17	20	15	14	16	11	17	9	20
μ	2,0	3,0	1,4	1,8	1,6	2,2	2,0	2,1	1,3	1,6	1,7
$\Delta P/L$	0,24	0,25	0,31	0,32	0,3	0,26	0,31	0,32	0,33	0,35	0,3
N_k	3	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2
D_k	0,25	0,26	0,27	0,28	0,3	0,31	0,29	0,28	0,18	0,2	0,26
L_{mp}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
h_{mp}	0,23	0,22	0,21	0,23	0,19	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28
B	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
k_{np}	17	9	16	18	19	15	12	13	8	12	10
μ	3	2,8	2,2	1,1	1,3	1,1	1,8	1,6	1,3	3	2,5
$\Delta P/L$	0,28	0,31	0,4	0,28	0,35	0,37	0,39	0,4	0,3	0,32	0,33
N_k	1	2	3	2	1	2	1	2	2	3	2
D_k	0,26	0,3	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,25	0,25	0,16	0,3
L_{mp}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
h_{mp}	0,23	0,24	0,22	0,2	0,26	0,26	0,28	0,29	0,21	0,28	0,27
B	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
k_{np}	11	15	9	18	13	14	10	11	13	17	13
μ	3	1,5	2	1,3	3	1,2	1,4	1,8	2	2,2	2,8
$\Delta P/L$	0,35	0,3	0,36	0,31	0,28	0,26	0,3	0,24	0,22	0,23	0,3
N_k	1	3	2	1	3	2	1	1	2	1	2
D_k	0,27	0,28	0,24	0,16	0,15	0,22	0,23	0,24	0,33	0,28	0,18
L_{mp}	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
h_{mp}	0,28	0,23	0,22	0,21	0,23	0,19	0,22	0,25	0,25	0,26	0,22

