

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Бугульминский филиал  
Казанского национального исследовательского технологического университета**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОФОРМЛЕНИЮ  
курсового проекта по дисциплине  
«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»**

**Методические указания**

**Бугульма  
2026**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Курсовой проект по ПАХТ является итоговой самостоятельной зачетной работой студентов, основная цель которой заключается в освоении инженерных методов расчета и проектирования химической аппаратуры и ознакомления с соответствующими стандартами.

В процессе курсового проектирования студент проявляет свои познания в области методик технологического, конструктивного, гидравлического и прочностных расчётов аппаратов, выбирает наиболее эффективную конструкцию стандартного аппарата для заданного процесса, выполняет его технико-экономическое обоснование, представляет графическое изображение проектируемого аппарата и технологической схемы установки в соответствии с требованиями ЕСКД.

### **1. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект по ПАХТ выполняется и оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД на технический проект и состоит из пояснительной записки (далее в тексте ПЗ) и графической части (чертежи, схемы).

#### **1.1. Пояснительная записка**

ПЗ относится к текстовой части конструкторской документации курсового проекта и материал излагается в следующем порядке:

- титульный лист (Приложение 1);
- задание на выполнение курсового проекта (Приложение 2);
- содержание (с указанием страницы начала каждого раздела);
- введение (приводится описание назначения заданного процесса и типов аппаратов для его осуществления, обосновывается конструкция выбранного современного аппарата);
- описание технологической схемы (описывается технологическая схема установки);
- технологический расчет аппарата (выполняется в полном объеме по современным методикам. На базе технологического расчета определяются основные размеры аппарата. Конструкция и размеры аппарата должны соответствовать стандарту);
- гидравлический расчет (определение гидравлического сопротивления аппарата в целях нахождения затрат на прокачку через него сред и подбора вспомогательного оборудования);

- механический расчет (это выборочный расчет на прочность наиболее ответственных узлов и деталей аппарата (толщины стенок обечайки, фланцевых соединений, опор и т.д.) по указанию преподавателя);

- заключение (приводятся выводы и предложения автора проекта по итогам выполненных расчетов и его соображения по возможности интенсификации процесса);

- список использованных источников;

- приложения.

Требования, предъявляемые к ПЗ:

- ПЗ должна быть выполнена в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.105-2019;

- в тексте не допускаются сокращения слов и исправления, он должен быть написан грамотно и легко читаться;

- используемые при расчете уравнения (формулы) должны быть представлены в виде, взятом из источника информации, с описанием величин, входящих в уравнение (например,  $Re$  – число Рейнольдса). Должна быть указана ссылка на источник информации. Далее в уравнение подставляются численные значения величин с указанием размерности;

- все расчеты, где используются размерные величины, должны производиться в системе СИ. Если в источнике информации данная величина указана в иной системе измерения, то следует привести ее значения и размерность, а затем осуществить перевод в систему СИ.

## 1.2. Графическая часть проекта

Является графической частью конструкторских документов (ГОСТ Р 21.101-2020) и включает в себя технологическую схему установки (лист формата А2), чертеж общего вида аппарата (лист формата А1), чертеж общего вида тарелки (лист формата А2).

К чертежу общего вида составляется таблица составных частей изделия, а к сборочному чертежу – спецификация (ГОСТ 2.106-2019), они выполняются на отдельных листах формата А4 и подшиваются в конце ПЗ.

Текстовая часть, надписи, таблицы на чертежах и схемах должны быть краткими, точными и располагаться над основной надписью.

Полностью готовый курсовой проект, проверенный руководителем, допускается к защите, в ходе которой студент должен пояснить технологическую схему установки, изложить устройство и принцип работы основного аппарата, ответить на вопросы членов комиссии. Для успешной защиты студент должен хорошо представлять методику расчета аппарата, включая теоретические основы, уметь анализировать влияние различных

факторов на режимы работы аппарата и его размеры, давать четкие пояснения всем элементам графической части проекта.

## 2. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 2.1. Общие требования

Общий объем КП бакалавра должен быть, как правило, не менее 20 страниц (без приложений).

Работа выполняется на одной стороне стандартного листа форматом А4 (210×297) в текстовом редакторе Word с рамками (с левой стороны 20 мм, справа, слева и сверху – 5 мм). В начале каждого раздела рамка формы 2 (рисунок 2), далее по тексту рамка формы 2а (рисунок 3).

|          |      |          |       |      |         |     |      |       |         |   |
|----------|------|----------|-------|------|---------|-----|------|-------|---------|---|
| 185      |      |          |       |      |         |     |      |       |         |   |
| 7        | 10   | 23       | 15    | 10   | 120     |     |      |       |         |   |
| (14)     | (15) | (16)     | (17)  | (18) | (2)     |     |      |       |         |   |
| Изм.     | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 5x11=55 | (1) | Лит. | Масса | Масштаб |   |
| Разраб.  |      |          |       |      |         |     | 4    | (5)   | (6)     |   |
| Пров.    |      |          |       |      |         |     | 5    |       |         |   |
| Т.контр. |      |          |       |      |         |     | 5    | Лист  | Листов  | 1 |
| (10)     | (11) | (12)     | (13)  |      |         |     | 15   | (9)   |         |   |
| Н.контр. |      |          |       |      |         |     |      |       |         |   |
| Утв.     |      |          |       |      |         |     |      |       |         |   |

Рисунок 1 – Основная надпись для первого листа чертежей и схем (форма 1)

Допустимые параметры:

- ориентация страницы – книжная;
- шрифт Times New Roman, размер 14;
- абзац: красная строка – 1,25 см, межстрочный интервал – полуторный;
- выравнивание – по ширине.

Образец заполнения основной надписи представлен на рисунках 4 и 5.

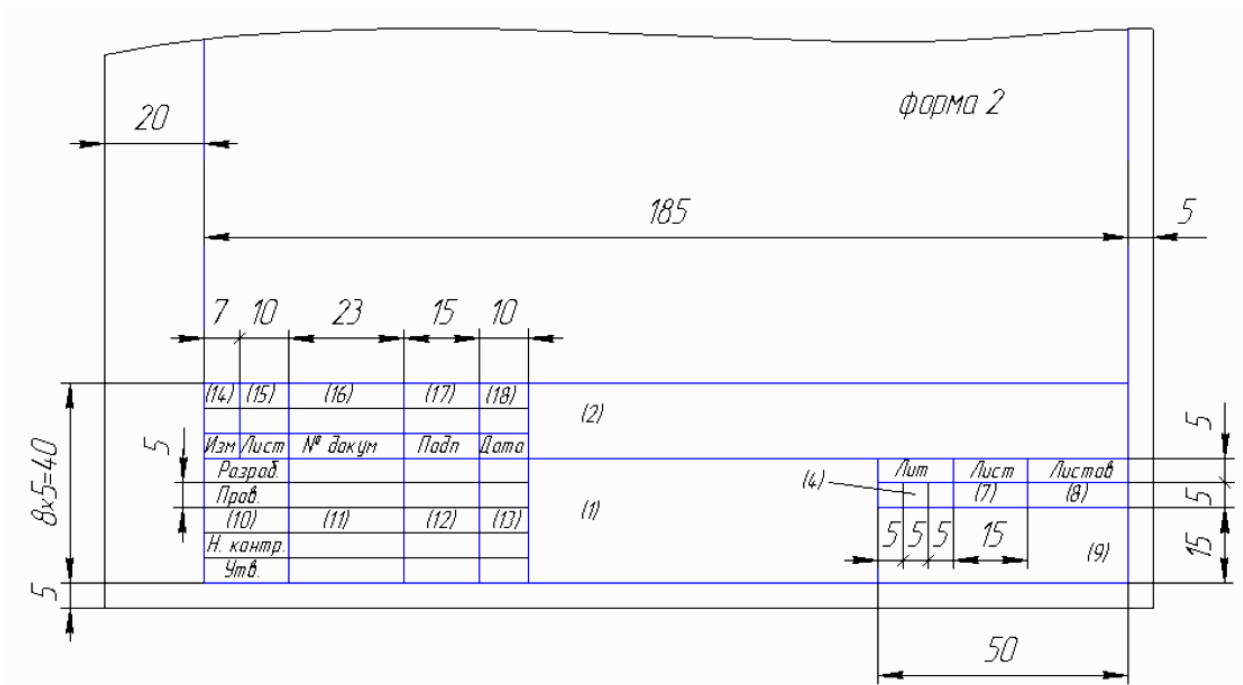


Рисунок 2 – Основная надпись для первого листа текстового или конструкторского документа (форма 2)

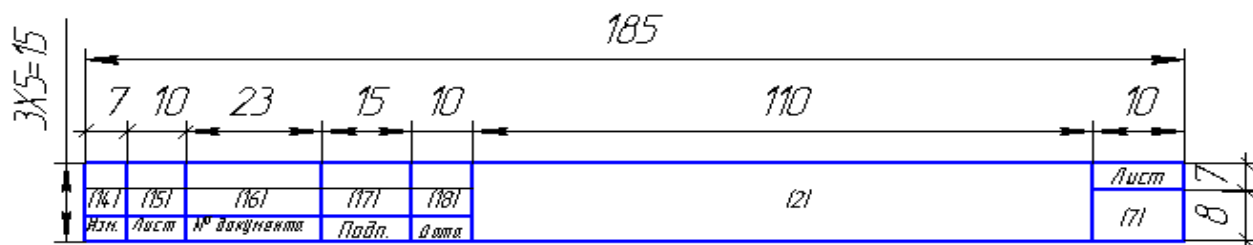


Рисунок 3 – Форма 2а – для последующих листов текстового документа, чертежей и схем

Шифр курсового проекта: КП ПАХТ 15.03.02. 003 ПЗ.

Здесь: КП ПАХТ – курсовой проект по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»; 15.03.02 – шифр направления подготовки; 003 – вариант (последние цифры зачетной книжки); ПЗ – пояснительная записка.

|                  |             |                      |                |             |                                 |             |               |
|------------------|-------------|----------------------|----------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------|
|                  |             |                      |                |             | <i>КП ПАХТ 15.03.02. 003 ПЗ</i> |             |               |
| <i>Изм.</i>      | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>      | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                 |             |               |
| <i>Разраб.</i>   |             | <i>Иванов Р.Н.</i>   |                |             | <i>Лист</i>                     | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i>   |             | <i>Митягина И.А.</i> |                |             |                                 | 1           | 2             |
| <i>Реценз.</i>   |             |                      |                |             | <i>Введение</i>                 |             |               |
| <i>Н. контр.</i> |             |                      |                |             | <i>БФ КНИТУ зр.1808</i>         |             |               |
| <i>Утверд.</i>   |             |                      |                |             |                                 |             |               |

Рисунок 4 – Образец заполнения основной надписи первого листа раздела

|             |             |                 |                |             |                                 |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | <i>КП ПАХТ 15.03.02. 003 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                 | 2           |

Рисунок 5 – Образец заполнения основной надписи второго и последующих листов

Листы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Нумерация страниц проставляется, начиная с 3 листа.

Название раздела (главы) пишется прописными буквами и располагается симметрично строке без переноса слов, например

### **ВВЕДЕНИЕ**

Точка в конце названия раздела (главы) не ставится, название не подчеркивается. Название раздела (главы) отделяется от последующего текста интервалом в одну строку. Каждый раздел (глава) начинается с новой страницы.

Подразделы (параграфы) должны иметь двойную нумерацию арабскими цифрами, например,

#### **1.1. Назначение узла**

Название раздела (подраздела) выравнивается по центру строки, точка в конце раздела не ставится, шрифт полужирный. Название подраздела (параграфа) отделяется от последующего текста интервалом в 0,5-1 строку. Части подраздела (параграфа) могут иметь тройную нумерацию (например, 1.1.1.).

Дальнейшее деление не допускается.

Подразделы (параграфы) начинаются на той же странице, где заканчивается предыдущий подраздел (внутри раздела).

#### **2.2. Иллюстрации**

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и своего порядкового номера, разделенных точкой. Например, Рисунок 3.2 (второй рисунок третьего раздела). Слово «Рисунок» и наименование располагают под иллюстрацией следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора. Ссылки на иллюстрации в тексте обязательны, при этом следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации

в пределах раздела. Иллюстрации могут выполняться карандашом или тушью. Разрешается использовать фотографии, ксерокопии и т.п.

### 2.3. Таблицы

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, без точки в конце, например, Таблица 1 – Номенклатура выпускаемой продукции.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Если таблица имеет продолжение, то на следующей странице пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». Ссылки на таблицы в тексте обязательны, при этом следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

### 2.4. Формулы

Расчетные формулы должны помещаться на отдельной строке. Формулы нумеруются арабскими цифрами, помещаемыми в круглых скобках справа от формулы. Нумерация формул в пределах раздела, например: (4.2) (формула вторая, четвертого раздела). После формулы ставится запятая и с новой строки после слова «где» идет расшифровка каждого обозначения. Расшифровке подлежат только обозначения, встречающиеся впервые. Ссылки на формулы в тексте обязательны. Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак « $\times$ ». В тексте операцию умножения обозначать точкой.

Все (!) формулы должны быть набраны в тексте с применением встроенного редактора Word – «MS Equation».

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения. Например, формула (В. 1).

Следует знать и правила пунктуации в тексте с формулами. Общее правило здесь таково: формула включается в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

При выполнении обязательных расчетов на ПЭВМ студент должен изложить методику расчета, привести основные расчетные формулы, блок-схему алгоритма, обосновать выбор исходных данных и привести анализ полученных результатов.

Все размерности физических величин должны даваться в системе СИ. Запрещаются любые сокращения, кроме общепринятых.

## **2.5. Список использованных источников**

Ссылки на использованные источники должны нумероваться арабскими цифрами по порядку появления в списке и помещаться в квадратные скобки. Список использованных источников является частью КП и помещается сразу после заключения и показывает степень изученности рассмотренных вопросов. В список включаются литературные источники, которые были изучены и не использованы при работе над КП, и соответственно на которые в работе сделаны ссылки.

Библиографическое описание литературных источников составляют, как правило, на языке текста издания. Общие требования и правила составления библиографического описания приведены в ГОСТ 7.1-2008.

## **2.6. Приложения**

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с указанием наверху страницы справа слова «Приложение», его обозначения и степени. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Курсовой проект должен быть сшит, иметь титульный лист, оформленный в соответствии с Приложением 1, и задание (Приложение 2).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
2. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу ПАХТ: учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, 1987. – 576с.
3. Лацинский А.А. Основы расчета и конструирования химической аппаратуры / А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский. – М.: Физматгиз, 1970. – 725с.
4. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные процессы / И.А. Александров. – М.: Химия, 1978. – 280 с.
5. Коган В.Б. Равновесие между жидкостью и паром. Кн. 1-2 / В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров. – М.-Л.: Наука. 1966. – 640+786с.
6. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Физматгиз, 1963. – 708 с.
7. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования / А.С. Тимонин. – Том 1. – 2002.
8. Выполнение и оформление курсового проекта по процессам и аппаратам химической технологи: метод. указания / Казан. гос. технол. ун-т, Сост. О.В. Маминов, А.Ш. Бикбулатов и др. – Казань: 2002. – 40 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Бугульминский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине \_\_\_\_\_

на тему \_\_\_\_\_

Выполнил \_\_\_\_\_

(Фамилия И.О.)

Направление \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

(Фамилия И.О.)

Оценка \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Регистрационный № \_\_\_\_\_ дата регистрации \_\_\_\_\_

Адрес электронной почты студента \_\_\_\_\_

Бугульма – 20\_\_

*ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Бугульминский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине Процессы и аппараты химической технологии  
на тему Расчет ректификационной колонны

Выполнил Иванов П.С.  
(Фамилия И.О.)

Направление 15.03.02 Технологические  
машины и оборудование

Курс \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.)

Оценка \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Регистрационный № \_\_\_\_\_ дата регистрации \_\_\_\_\_

Адрес электронной почты студента \_\_\_\_\_

Бугульма – \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**

на курсовое проектирование по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»

студенту (ке) \_\_\_\_\_, группа \_\_\_\_\_.

Задание: Рассчитать и спроектировать ректификационную тарельчатую колонну непрерывного действия для разделения исходной смеси, состоящей из  $X_F$  (масс. %) низкокипящего компонента (НК). Смесь подогревается до температуры кипения за счет теплоты конденсации паров в дефлегматоре. Производительность по исходной смеси  $F$  (т/ч). Концентрация НК в дистилляте  $X_P$  (масс. %), в кубовой жидкости  $X_W$  (масс. %).

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Производительность колонны  $G_F(F) =$  \_\_\_\_\_

Начальная концентрация  $X_F =$  \_\_\_\_\_

Требуемый состав дистиллята  $X_P =$  \_\_\_\_\_

Состав кубового остатка  $X_W =$  \_\_\_\_\_

Разделение происходит при атмосферном давлении.

Смесь \_\_\_\_\_

Тип тарелки ситчатая

**СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

1. Введение.
2. Схема аппарата (установки), описание.
3. Технологический, гидравлический и механический расчеты аппарата.
4. Заключение.
5. Список использованных источников.

**ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА**

Лист 1 – Технологическая схема (формат А2)

Лист 2 – Чертеж общего вида аппарата (формат А1)

Лист 3 – Чертеж общего вида тарелки (формат А2)

СРОК ВЫДАЧИ ЗАДАНИЯ \_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

**ВАРИАНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА для группы 1133-408**

| <b>№ варианта<br/>(ФИО студента)</b> | <b>F, т/ч</b> | <b>X<sub>F</sub>,<br/>масс. %</b> | <b>X<sub>w</sub>,<br/>масс. %</b> | <b>X<sub>p</sub>,<br/>масс. %</b> | <b>Смесь</b>            |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Абдулин Р.Р.                         | 10            | 35                                | 1,0                               | 95                                | Хлороформ-бензол        |
| Байназаров А.Л.                      | 15            | 40                                | 1,0                               | 93                                | Вода-уксусная кислота   |
| Бакиров А.А.                         | 10            | 50                                | 3,0                               | 93                                | Бензол-толуол           |
| Балабуткин А.С.                      | 16            | 40                                | 2,0                               | 90                                | Бензол-уксусная кислота |
| Батраков Р.А.                        | 12            | 43                                | 5,0                               | 93                                | Хлороформ-бензол        |
| Гафуров А.Ш.                         | 6             | 45                                | 3,0                               | 96                                | Бензол-толуол           |
| Горюнова Е.В.                        | 15            | 30                                | 1,0                               | 95                                | Ацетон-вода             |
| Данилова Д.А.                        | 10            | 25                                | 2,0                               | 96                                | Ацетон-вода             |
| Зарипов В.Ф.                         | 20            | 35                                | 6,0                               | 95                                | Хлороформ-бензол        |
| Зиннатулин А.А.                      | 6             | 45                                | 2,0                               | 97                                | Бензол-толуол           |
| Киршин А.В.                          | 14            | 25                                | 2,0                               | 91                                | Этанол-вода             |
| Кочетков А.А.                        | 8             | 35                                | 1,0                               | 93                                | Вода-уксусная кислота   |
| Красникова А.Н.                      | 10            | 12                                | 1,0                               | 87                                | Этанол-вода             |
| Кузьмин Д.Д.                         | 10            | 30                                | 2                                 | 98                                | Бензол-толуол           |
| Лазарев П.И.                         | 9             | 35                                | 1,0                               | 95                                | Хлороформ-бензол        |
| Лунёв С.М.                           | 15            | 45                                | 3,0                               | 96                                | Ацетон-вода             |
| Лыков С.Н.                           | 10            | 40                                | 2,0                               | 90                                | Хлороформ-бензол        |
| Мизгирёв А.С.                        | 16            | 30                                | 1,0                               | 92                                | Вода-уксусная кислота   |
| Мингатиная Е.Р.                      | 12            | 43                                | 5,0                               | 93                                | Ацетон-вода             |
| Морозов Р.П.                         | 12            | 45                                | 2,0                               | 97                                | Бензол-толуол           |
| Мубаракшин Р.Т.                      | 9             | 25                                | 2,0                               | 91                                | Хлороформ-бензол        |
| Нуруллин И.Г.                        | 13            | 35                                | 1,0                               | 93                                | Вода-уксусная кислота   |
| Орефьев В.К.                         | 10            | 50                                | 3,0                               | 93                                | Бензол-толуол           |
| Саттарова Л.З.                       | 10            | 35                                | 1,0                               | 95                                | Хлороформ-бензол        |
| Фазлыев Р.Р.                         | 16            | 40                                | 2,0                               | 92                                | Хлороформ-бензол        |
| Федотов М.В.                         | 8             | 35                                | 1,0                               | 93                                | Вода-уксусная кислота   |
| Хайруллин Р.Р.                       | 12            | 40                                | 3,0                               | 91                                | Ацетон-вода             |
| Хаматов А.Р.                         | 20            | 30                                | 1,0                               | 91                                | Бензол-толуол           |
| Целлер Д.С.                          | 16            | 35                                | 2,0                               | 96                                | Хлороформ-бензол        |
| Чернышев А.П.                        | 15            | 35                                | 1,0                               | 96                                | Вода-уксусная кислота   |
| Шамсутдинов А.А.                     | 10            | 40                                | 3,0                               | 95                                | Ацетон-вода             |
| Шостацкий Н.Р.                       | 8             | 35                                | 1,0                               | 94                                | Бензол-толуол           |
| Юмагулов Р.Р.                        | 16            | 40                                | 2,0                               | 93                                | Хлороформ-бензол        |