

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В.Бурмистров

«24» 09. 2018 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.9 Процессы и аппараты химических производств

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

(шифр)

(наименование)

Профиль подготовки «Автоматизированные системы обработки информации и управления»

Квалификация выпускника

БАКАЛАВР

Форма обучения

ОЧНАЯ

Институт, факультет

Институт управления, автоматизации и информационных технологий, факультет  
управления и автоматизации

Кафедра-разработчик рабочей программы

«Процессы и аппараты химических производств»

Курс, семестр 2, 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации	зачет	
Всего	72	2

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

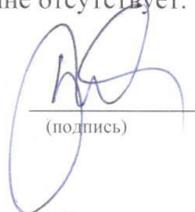
№ 5 от 12.01.2016 (номер, дата утверждения)

по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
(шифр) (наименование)

для профиля: «Автоматизированные системы обработки информации и управления»  
на основании учебного плана набора обучающихся 2017, 2018 года.  
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

\_\_\_\_\_  
доцент  
(должность)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Бронская В.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ,  
протокол от 31.08.2018 №11

Зав. кафедрой, профессор



(подпись)

Клинов А.В.

(Ф.И.О.)

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета управления и автоматизации  
от 10.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

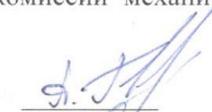
Зарипов Р.И.

(Ф.И.О.)

### УТВЕРЖДАЮ

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 17.09 2018 г.  
№ 2

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

Гаврилов А.В.

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент



(подпись)

Китаева Л.А.

(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.*

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Процессы и аппараты химических производств» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» бакалавр по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) общая и неорганическая химия,*
- д) физическая химия,*
- е) техническая термодинамика и теплотехника.*

Дисциплина «Процессы и аппараты химических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) общая химическая технология,*
- б) дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии*
- в) моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии*
- г) Принципы процессов разделения смесей*
- д) оптимизация химико-технологических процессов и систем*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

**ОК-7** : способность к самоорганизации и самообразованию

**ОПК-2:** способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса, тепла и массы;  
б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;  
в) типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.
- 2) Уметь: а) определять характер движения жидкостей и газов;  
б) определять основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;  
в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.
- 3) Владеть: а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;  
б) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. *Структура и содержание дисциплины «Процессы и аппараты химических производств».* Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам)
			Лекция	Семинар-на-р-Практи-ческое занятие)	Лабо-ратор-ные работы	СРС	
1	<b>Теоретические основы дисциплины</b>	4	3	-	4	3	<i>защита лабораторных работ</i>
2	<b>Гидромеханические процессы и аппараты химических производств</b>	4	3	-	10	9	<i>защита лабораторных работ</i>
3	<b>Теплообменные процессы и аппараты химических производств</b>	4	6	-	2	3	<i>защита лабораторных работ</i>
4	<b>Массообменные процессы и аппараты химических производств</b>	4	6	-	2	3	<i>защита лабораторных работ</i>
			18		18	36	<i>Зачет</i>

5. *Содержание лекционных занятий по темам.*

№ п/п	Раздел дисциплины	Ча-сы	Тема лекци-онного заня-тия	Краткое содержание	Форми-руемые компе-тенции
	<b>Теорети-ческие ос-новы дис-циплины</b>	3			<b>ОК-7 ОПК-2</b>
1	<b>Теорети-ческие ос-новы дис-циплины</b>	0,5	<b>Механизмы и уравнения переноса</b>	Иерархия характерных масштабов; способы усреднения; молекулярный, конвективный и турбулентный механизмы переноса; условия макроскопического проявления и направление процессов переноса; выражения для потоков массы, энергии и импульса за счет различных механизмов	
		0,5	<b>Законы со-хранения.</b>	Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, нестационарные уравнения Фурье, Фика); исчерпывающее описание процессов переноса, условия однозначности; поля скорости, давления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия процессов пере-	

				носа	
		1,5	<b>Моделирование</b>	Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования, теория подобия, проблема масштабного перехода; структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели, моделирование структуры потоков с помощью перечисленных методов моделирования	
		0,5	<b>Межфазный перенос веществ</b>	Вывод уравнений массо-, тепло- и импульсоотдачи в локальной и интегральной формах, подобие соответствующих процессов; определение коэффициентов массо-, тепло- и импульсоотдачи, аналогия процессов массо-, тепло- и импульсоотдачи; уравнения массо-, тепло- и импульсопередачи, определение соответствующих коэффициентов	
2	<b>Гидромеханические процессы и аппараты химических производств</b>	3			<b>ОК-7 ОПК-2</b>
		1	<b>Основы гидромеханики</b>	Гидростатика: абсолютный и относительный покой, поле давления и поверхности равного давления, основное уравнение гидростатики. Гидродинамика: характеристики движения сред (поток и его геометрические элементы, установившееся, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение; идеальная и реальная жидкость, виды напора, гидравлическое сопротивление, потерянные напор и давление, коэффициенты гидравлического сопротивления и трения). Расчет гидравлического сопротивления аппаратов и оптимизация движения в них. Движение неньютоновских жидкостей	
		2	<b>Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.</b>	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежу. Сравнительный анализ работы насосов различных типов	
3	<b>Теплообменные процессы и аппараты химических производств</b>	6			<b>ОК-7 ОПК-2</b>
		3	<b>Теплообмен</b>	Основные определения тепловых процессов. Механизмы передачи тепла Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Теплообмен излучением. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи. Тепловое подобие. Промышленные способы передачи тепла. Движущая сила тепловых процессов. Основные положения теплового расчета теплообменников. Математическое моделирование теплообменников. Классификация теплообменных аппаратов.	
		3	<b>Выпаривание</b>	Методы выпаривания. Однокорпусные выпарные установки. Материальный баланс.	

				Тепловой баланс. Многокорпусные выпарные установки (МВУ). Материальный и тепловой баланс МВУ. Определение общей и полезной разности температур. Распределение полезной суммарной разности температур по корпусам. Алгоритм расчета МВУ.	
4	<b>Массообменные процессы и аппараты химических производств</b>	6			<b>ОК-7 ОПК-2</b>
		2	<b>Основы массопередачи</b>	Основные виды массообменных процессов. Равновесие при массообмене. Материальный баланс массообменных процессов. Уравнения рабочих и равновесных линий. Скорость массопередачи. Механизмы массопереноса. Уравнение массоотдачи и массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число и высота единиц переноса (ЧЕП). Теоретическая ступень изменения концентраций (теоретическая тарелка). Расчет массообменных аппаратов.	
		2	<b>Абсорбция</b>	Абсорбция. Физические основы. Равновесие при абсорбции. Уравнения материальных и тепловых балансов. Кинетика абсорбции. Скорость процессов абсорбции. Устройство абсорбционных аппаратов. Алгоритм расчета абсорберов.	
		2	<b>Процессы перегонки</b>	Равновесие систем жидкость - пар. Простая перегонка, фракционная, в токе носителя. Ректификация. Схема установки. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны. Флегмовое число. Зависимость между флегмовым числом, высотой колонны и расходом греющего пара. Специальные виды перегонки. Аппаратурное оформление процесса процессов перегонки.	

## 6. Содержание семинарских, практических занятий

Не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствование навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств, принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Теоретические основы дисциплины	1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение течения жидкости в цилиндрической трубе круглого сечения. Определение значения числа Рейнольдса, соответствующего наблюдаемым режимам течения.	ОК-7, ОПК-2
		3	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи	Получить кривые отклика, найти функцию распределения времени пребывания элементов потока, определить параметры диффузионной и ячеечной моделей, проверить адекватность моделей для каждого эксперимента	ОК-7, ОПК-2
2	Гидромеханические процессы и аппараты химических производств	2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Ознакомление с методикой измерения давлений и вакуума приборами. Измерение двух-трех значений избыточного давления и вакуума на свободной поверхности и в точке Д, погруженной в жидкость на глубину Н. Перевод измеренных значений давления в единицы СИ. Определение расчетных значений избыточного давления в точке Д по основному уравнению гидростатики и сравнение их с измеренными значениями. Определение расчетных значений абсолютного давления в точке Д.	ОК-7, ОПК-2
		2	Эксперимен-	Физический смысл уравне-	ОК-7, ОПК-2

		тальная демонстрация уравнения Бернулли	ния Бернулли. Определение потерь напора в трубопроводе переменного сечения. Ознакомление со способами измерения средней и локальной скоростей движения жидкости.	
	2	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	Ознакомление с устройством и принципом измерения расхода с помощью диафрагмы. Измерение 5-6 значений расхода при различных положениях регулирующей задвижки. Сравнение полученных значений расхода с контрольными, измеренными по показаниям объемного крыльчатого водомера и секундомера. Построение тарировочного графика по опытным данным.	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
	2	Испытание центробежного насоса	Ознакомление с конструкцией насосной установки. Проведение испытания центробежного насоса типа Кс 10-55/2. Построение рабочих характеристик насоса при постоянном числе оборотов по опытным и расчетным данным. Определение оптимальных параметров насоса при данном числе оборотов.	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
	2	Изучение гидродинамики насадочной колонны	Визуальное наблюдение режимов работы ситчатой и колпачковой тарелок, экспериментальное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, расчетное определение гидравлического сопротивления сухой и орошаемой тарелок, сравнение экспериментальных и расчетных результатов.	<b>ОК-7, ОПК-2</b>

3	<b>Теплообменные процессы и аппараты химических производств</b>	2	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	Схема установки и конструкция теплообменника типа «труба в трубе», опытные и расчетные значения коэффициента теплопередачи при различных условиях проведения эксперимента, влияние различных факторов на коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
4	<b>Массообменные процессы и аппараты химических производств</b>	2	Изучение процесса абсорбции	Изучением абсорбции паров хлористого водорода из воздуха водой в насадочном абсорбере определяется движущая сила процесса, коэффициенты массоотдачи фаз, коэффициент массопередачи. Опытные результаты сравниваются результатами теоретических расчетов.	<b>ОК-7, ОПК-2</b>

Лабораторные работы проводятся в лаборатории гидромеханических процессов и в лаборатории тепло-массообменных процессов кафедры ПАХТ.

#### **8. Самостоятельная работа бакалавра**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма СРС</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
2	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
5	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
6	Испытание центробежного насоса	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>
7	Изучение гидродинамики насадочной колонны	4	<i>подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета</i>	<b>ОК-7, ОПК-2</b>

8	Изучение теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе».	4	подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7, ОПК-2
9	Изучение процесса абсорбции	4	подготовка к лабораторным работам, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7, ОПК-2

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При расчете текущего рейтинга  $R^{тек}$  за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5). Работа считается зачтённой, если изначальный балл  $\geq 3$ . В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0,8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0,6. По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:  $R^{тек} = 20 \cdot (\sum a_i \cdot B_i)$  где  $B_i$  - средний за семестр балл студента по работам вида  $i$ ;  $a_i$  - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида  $i$ ;  $n$  – количество видов работ в семестре.

Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{диск} < 60$  – неудовлетворительно;

$60 \leq R^{диск} < 73$  – удовлетворительно;

$73 \leq R^{диск} < 87$  – хорошо;

$87 \leq R^{диск} \leq 100$  – отлично.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	9	60	100
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических производств» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

#### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. 1. Разинов, А.И. Теоретические основы процессов химической технологии: учебное пособие / А.И.Разинов, О.В.Маминов, Г.С.Дьяконов. – Казань: Изд-во КГТУ, 2005. – 362с.	2. 236 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. 2. Разинов А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. 3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	5. 99экз. в УНИЦ КНИТУ
6. 4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие, Ф.А. Абдулкашапова [и др.]; под ред. Г.С. Дьяконова. – Казань: изд-во КГТУ, 2005. – 236 с.	1538 экз. в УНИЦ КНИТУ

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
7. 1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: Альянс, 2006. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. 2. Ченцова Л.И., Шайхутдинова, М.К., Ушанова, В.М. Процессы и аппараты химической технологии. Учебное пособие к самостоятельной работе студентов. Сибир.гос. технол. ун-т. Красноярск. 2006. 260 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
9. 3. Процессы и аппараты химической технологии.	1 экз.

Метод. указания к лабор. практикуму. Ч.1. Лабораторные работы. Казань. 2005. 56 с.	
--	--

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты химических технологий» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Рукопт» - <http://rucont.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>
6. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



## **11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

*Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом, который прилагается к рабочей программе.*

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Лабораторные работы
  - a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
  - b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
  - c. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
  - d. компьютерный класс.
3. Прочее
  - a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## **13. Образовательные технологии**

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами, так как отпадает необходимость записывать лекционный материал. При проведении семинарских занятий организуются дискуссии между студентами, особенно, по наиболее сложным для понимания вопросам. Таким образом, удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе составляет 12 часов (4 часа – лекции, 8 часов – лабораторные работы).

Интерактивные методы не заменяют лекционные занятия, но способствуют лучшему усвоению лекционного материала и формируют знания, отношения, навыки поведения.

При использовании интерактивных форм обучения преподаватель перестаёт быть центральной фигурой, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы

для обсуждения в группах, консультирует, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана.

Роль преподавателя заключается в следующем: во первых преподаватель способствует личному вкладу студентов и свободному обмену мнениями при подготовке к интерактивному обучению; во вторых - обеспечивает дружескую атмосферу для студентов и проявляет положительную и стимулирующую ответную реакцию; в третьих - облегчает подготовку к занятиям, но не должен сам придумывать аргументы при дискуссиях; в четвертых - провоцирует интерес, затрагивая значимые для студентов проблемы и обеспечивает широкое вовлечение в разговор как можно большего количества студентов; в пятых анализирует и оценивает проведенное занятие, подводит итоги, результаты (для этого надо сопоставить сформулированную в начале занятия цель с полученными результатами, сделать выводы, вынести решения, оценить результаты, выявить их положительные и отрицательные стороны); и в итоге подводит группу к конструктивным выводам, имеющим познавательное и практическое значение.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии [6], необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов.