

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

09. 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

**Б1.В.ОД.14 «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования»**

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
Профиль подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок  
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения очная  
Институт, факультет ИХНМ, механический  
Кафедра-разработчик рабочей программы ВТЭУ  
Курс, семестр 4к., 8с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации - экзамен	27	0,75
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2018г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент



М.Г. Фомина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ  
протокол от 31-08 2018г. № 1

Зав. кафедрой, профессор



В.А. Аляев

**УТВЕРЖДЕНО**

Протокол заседания методической комиссии МФ

от « 03 » 09 2018г. № 4

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «**Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования**» являются:

- а) обучение правилам монтажа и эксплуатации различных видов вакуумного оборудования;
- б) изучение неисправностей вакуумного оборудования и методов их устранения;
- в) обучение правилам работы в аварийных ситуациях.

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

Дисциплина «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» относится к вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.14 Материаловедение
- б) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов
- в) Б1.Б.18 Механика жидкости и газа
- г) Б1.Б.17 Электротехника и электроника
- д) Б1.В.ОД.7 Электрические явления в вакууме
- е) Б1.В.ОД.9 Теплообмен
- ж) Б1.В.ОД.10 Физика вакуума
- з) Б1.В.ОД.11 Струйные и сорбционные вакуумные насосы
- и) Б1.В.ОД.12 Роторные вакуумные насосы
- к) Б1.В.ДВ.6.1 Поршневые вакуумные насосы
- л) Б1.В.ДВ.7.1 Вакуум – измерительные приборы
- м) Б1.В.ДВ.8.1 Вакуумные насосы динамического действия

Знания, полученные при изучении дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» » профиль подготовки Вакуумная и компрессорная техника физических установок

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

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

- 1. ПК-9: умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению;
- 2. ПК-11: способностью проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование;
- 3. ПК-12: способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;
- 4. ПК-14: умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ,

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

**1) Знать:**

- а) правила эксплуатации различных видов вакуумного оборудования;
- б) базовый состав вакуумных систем;
- в) особенности эксплуатации и возможные неисправности различных видов вакуумного оборудования;
- г) правила монтажа вакуумных систем;
- д) правила работы в условиях аварийной ситуации.

**2) Уметь:**

- а) производить запуск и останов различных видов вакуумного оборудования согласно руководству по эксплуатации;
- б) определять находить неисправности в работе вакуумного оборудования и устранять их;
- в) подбирать необходимые приборы и проводить измерения характеристик различных видов вакуумного оборудования;
- г) проводить монтаж вакуумной системы;
- д) пользоваться нормативно-технической и справочной литературой.

**3) Владеть:**

- а) приемами и навыками монтажа вакуумного оборудования;
- б) приемами и навыками эксплуатации вакуумного оборудования;
- в) навыками работы в аварийных ситуациях;
- г) навыками устранения неисправностей.

**4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения текущей аттестации по разделам
			Лек ция	Практ. занятие	Лаб. занятия	СРС	
1	Тема 1	8	1	-	-	4	тестирование,
2	Тема 2	8	1	-	3	8	тестирование, практические контрольные работы, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	8	4	-	4	8	тестирование, практические контрольные работы, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	8	4	-	4	8	тестирование, практическая контрольная работа, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	8	1	-	4	8	Тестирование, отчет по лабораторным работам
6	Тема 6	8	1	-	4	8	Тестирование, отчет по лабораторным работам
7	Тема 7	8	2	-	4	8	Тестирование, отчет по лабораторным работам

8	Тема 8	8	4	-	4	20	практическая контрольная работа, тестирование, отчет по лабораторным работам, индивидуальное задание
	<b>Итого</b>		<b>18</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>72</b>	
	Промежут. аттестация					<b>27</b>	<b>экзамен</b>

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Часы	Краткое содержание	Форм-мые комп-ции
1	<u>Тема 1.</u> Введение. Цель и задачи дисциплины.	1	Основные определения и понятия. Особенности монтажа и эксплуатации вакуумного оборудования. Аварийные ситуации.	ПК-11, ПК-12,ПК-14
2	<u>Тема 2.</u> Вакуумная арматура	1	Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
3	<u>Тема 3.</u> Вакуумные насосы низкого и среднего вакуума	4	Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
4	<u>Тема 4.</u> Вакуумные насосы высокого и сверхвысокого вакуума	4	Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
5	<u>Тема 5.</u> Системы охлаждения и прогрева	1	Конструкции. Особенности монтажа и эксплуатации. Возможные неисправности и способы их устранения. Ловушки, правила эксплуатации	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
6	<u>Тема 6.</u> Элементы вакуумных систем	1	Особенности монтажа фланцевых соединений, сильфонов, смотровых окон. Конструкция. Правила эксплуатации и возможные неисправности	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
7	<u>Тема 7.</u> Монтаж вакуумной системы	2	Базовый состав вакуумной системы. Правила и последовательность монтажа вакуумной системы в соответствии с технической документацией. Пуск и останов вакуумной системы согласно технической документации. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях. Проверка качества монтажа.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
8	<u>Тема 8.</u> Правила эксплуатации и вакуумных	4	Вакуумные системы на базе диффузионных насосов. Вакуумные системы на базе турбомолекулярных насосов. Вакуумные системы на базе адсорбционных насосов. Вакуумные системы на базе магнитных	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14

	систем		электроразрядных насосов. Вакуумные системы на базе геттерных насосов. Пуск и останов вакуумной системы согласно технической документации. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.	
--	--------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии (в общем 4 часа) – разбор конкретных ситуаций, что позволяет вести диалог с обучающимися по вопросам их будущей специальности. Во время изложения лекционного материала обсуждаются конкретные ситуации, обучающиеся предлагают различные варианты подхода к ситуации, вырабатывается совместное решение, а также обсуждаются вопросы, касающиеся монтажа и эксплуатации вакуумного оборудования.

6. *Содержание семинарских, практических занятий* – учебным планом не предусмотрены

### 7. *Содержание лабораторных занятий*

*Цель проведения лабораторных занятий* - освоение лекционного и нормативно-технического материала, касающегося правил монтажа и эксплуатации вакуумного оборудования и элементов вакуумных систем

№ п/п	Тема	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2	3	<u>Лабораторная работа №1.</u> Вакуумная арматура	Конструкция и технические характеристики. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Включение в работу и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
2	Тема 3	4	<u>Лабораторная работа № 2</u> Вакуумные насосы низкого и среднего вакуума	Конструкция и технические характеристики. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12,ПК-14
3	Тема 4	4	<u>Лабораторная работа №3.</u> Вакуумные насосы высокого вакуума	Конструкция и технические характеристики. Правила эксплуатации и возможные неисправности. Устранение неисправностей. Запуск и останов согласно руководству по эксплуатации. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
4	Тема 5	4	<u>Лабораторная работа №4.</u> Системы охлаждения и прогрева	Конструкции. Особенности монтажа и эксплуатации. Возможные неисправности и способы их устранения. Ловушки, правила эксплуатации	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
4	Тема 6	4	<u>Лабораторная работа №5.</u> Монтаж фланцевых соединений	Особенности монтажа фланцевых соединений. Прогреваемые и не прогреваемые соединения.	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
5	Тема 7,8	2	<u>Лабораторная работа №6.</u> Вакуумная установка ВАТТ	Правила и последовательность монтажа вакуумной системы в соответствии с технической документацией. Пуск и останов вакуумной системы согласно технической	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14

			700-2М (учебно-деловая игра)	документации. Техническое обслуживание. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.	
6	Тема 7,8	2	<u>Лабораторная работа №7.</u> Монтаж и эксплуатация вакуумной системы (учебно-деловая игра)	Базовый состав вакуумной системы. Пуск и останов вакуумной системы согласно технической документации. Правила и последовательность монтажа вакуумной системы в соответствии с технической документацией. Техническое обслуживание. Возможные неисправности. Работа в аварийных ситуациях.	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
7	Тема 7,8	4	<u>Лабораторная работа №8.</u> Сварные соединения, применяемые в вакуумной технике	Особенности аргонодуговой сварки Различные виды сварных швов правила обозначения сварных швов Определение видов сварных швов и нанесение обозначений сварных швов на сборочном чертеже.	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории В-325 кафедры ВТЭУ с использованием специального оборудования, лабораторных установок.

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационных образовательных технологий (16 час.) – учебно-деловая игра, разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с обучающимися по вопросам их будущей специальности.

#### 8. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема №1.	4	Изучение теоретического материала	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
2	Тема № 2.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы, подготовка к тестированию*	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
3	Тема № 3.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы, подготовка к тестированию*	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
4	Тема № 4.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы, подготовка к практической контрольной работе 1, подготовка к тестированию *	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
5	Тема № 5.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы, подготовка к тестированию*	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
6	Тема № 6.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление лабораторной работы, подготовка к тестированию*	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14
7	Тема № 7.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе,	ПК-9, ПК-11,

			оформление лабораторной работы, подготовка к тестированию*	ПК-12, ПК-14
8	Тема № 8	20	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка к практической контрольной работе 2, подготовка к тестированию *. Выполнение и сдача индивидуального задания	ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-14

\*Тестирование проводится по всем темам

### 9. *Использование рейтинговой системы оценки знаний.*

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 60 баллов).

Вид работы	Количество работ	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	8	4	20	32
Индивидуальное задание	1	7	4	7
Практические контрольные работы	2	3	2	6
Тестирование	1	15	10	15
Итого:			<b>36</b>	<b>60</b>
<i>Промежуточный контроль (экзамен)</i>				
<i>Итого</i>			<b>60</b>	<b>100</b>

### 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

#### 10.1 Основная литература

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляян, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ.и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Теоретические основы вакуумной техники: Учебное пособие Демихов К.Е., Никулин Н.К., Калинин Д.А. – М.:Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 64 с.	ЭБС КнигаФонд <a href="http://www.knigafund.ru/books/174546">http://www.knigafund.ru/books/174546</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
4. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ

#### 10.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Каталог вакуумного оборудования/ АО «Вакууммаш». - Казань, 2014.	20 экз. на кафедре ВТЭУ
2. Кузнецов П.Н. Лабораторный практикум по дисциплине "Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования" / П.Н. Кузнецов, М.М. Мишин. — Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2008. — 152 с.	ЭБС Лань <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47174">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47174</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
3. Юнусов Г.С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование / Г.С. Юнусов, Михеев А. В., Ахмадеева М. М. — СПб.: Лань, 2011. — 156 с.	ЭБС Лань <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2043">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2043</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
4 Ситников А.В. Физические основы вакуумной техники:: учеб. пособие /А.В. Ситников; Воронежский гос. техн. ун-т.— Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2011 .— 81 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Вакуумная техника: Справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ.ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

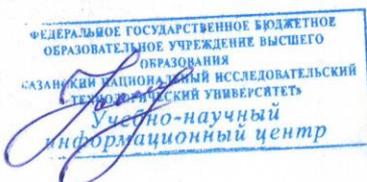
#### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» рекомендовано использование электронных источников информации:

- Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>;
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» <http://www.knigafund.ru>;
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань» <http://e.lanbook.com>;
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Znanium.com <http://www.znanium.com/>

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 разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

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

### **Лаборатории кафедры ВТЭУ**

При изучении дисциплины *«Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования»* используются учебные лаборатории кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок», а именно:

**1. Специализированная лаборатория «Вакуумные средства откачки» В-325а**, которая была оснащена в рамках выполнения программы развития национального исследовательского университета

#### **1.1. Стенд испытаний двухроторного вакуумного насоса.**

*Двухроторный вакуумный насос НВД-200(ДВН-50), пластинчато-роторный вакуумный насос 2НВР-5ДМ, расходомер РРГ-10, средство измерения давления Мерадат- ВИТ19ИТ1, средство измерения давления ВДТО-2, Камера вакуумная цилиндрическая, клапан дозирующий КН-6, Ротаметры РМ-0,63, РМ-0,25.*

#### **1.2. Стенд испытаний турбомолекулярного вакуумного насоса.**

*Турбомолекулярный откачной пост HiCube Eсо , средство измерения давления ВДТО-2, средство измерения давления Мерадат- ВИТ19ИТ1, Расходомер РРГ-10, камера вакуумная цилиндрическая, клапан дозирующий КН-6 (две штуки).*

#### **1.3. Стенд испытаний цеолитового вакуумного насоса.**

*Цеолитовый насос, камера вакуумная цилиндрическая.*

#### **1.4. Установка для нанесения покрытий «ВАТТ 700-2М».**

Установка вакуумная напылительная «ВАТТ-700-2М» предназначена для нанесения структурированных и нанокompозитных покрытий в плазме пониженного давления. Установка однокамерная периодического действия.

Состав установки:

*Вакуумная камера с внутрикамерным оборудованием, Высоковакуумный диффузионный насос НВДМ-400; Затвор пневматический 23ВП-400;Ловушка ЛП-400; Пластинчато-роторный насос 2НВР-90Д. Вакуумная арматура фирмы SMC: XLA-63DG-M9PLA, XLAV-50L-M9//5L; Система пневмо-распределения. Система охлаждения. Вакуумметры.*

лаборатория В-325а «Вакуумные насосы», оснащена презентационной техникой (проектор Toshiba S20, экраном настенным рулонным SlimScreen, ноутбуком Toshiba R ,-проектором BENQ MP61).

## **2. Лаборатория «Компьютерный класс»**

Лаборатория оснащена ПЭВМ в количестве 12 штук, широкоформатным плоттером (формат печати А1), двумя принтерами (формат печати А4), сканером, системой климат- контроля, оверхед- проектором Medium Traveller 3, проектор Toshiba S20, экраном настенным рулонным SlimScreen, ноутбуком Toshiba R ,-проектором BENQ MP61, интерактивной доской.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; демонстрационные приборы;

1. Лекционные занятия: аудитория В-322 или В-325

2. 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.***

При освоении дисциплины «*Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования*» используются активные и интерактивные формы проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, которые позволяют вести диалог с обучающимися по вопросам их будущей специальности.

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения при изучении дисциплины «Монтаж и эксплуатация вакуумного оборудования» (4 часа при проведении лекционных занятий и 16 часов во время лабораторных занятий), составляет 44,4 % от аудиторной нагрузки.

Лекционные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии (в общем 4 часа) – разбор конкретных ситуаций. Во время изложения лекционного материала обсуждаются конкретные ситуации, обучающиеся предлагают различные варианты подхода к ситуации, вырабатывается совместное решение, а также обсуждаются вопросы, касающиеся монтажа и эксплуатации вакуумного оборудования.

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационных образовательных технологий (16 час) – учебно-деловая игра, разбор конкретных ситуаций при монтаже и эксплуатации вакуумных систем, возникновении неисправностей или аварийных ситуаций при их работе.