

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Химия и технология терпенов и продуктов их глубокой переработки

Учебный план: ФГОСЗ++м180401.12-12_23-12plx

Кафедра: 12 Органической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.04.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Практ. занятия	Лаб. занятия				
2	УП	34	17	56,75	0,25	3	Зачет
	РПД	34	17	56,75	0,25	3	
Итого	УП	34	17	56,75	0,25	3	
	РПД	34	17	56,75	0,25	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Шаффеева М.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой органической химии

Тришин Ю.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области химической технологии продуктов тонкого органического синтеза на основе природных источников органических веществ.

1.2 Задачи дисциплины:

• Сформировать прочные знания о важнейших природных источниках терпенов, методах их извлечения и синтеза;

- Раскрыть основные закономерности свойств терпенов различных видов;
- Рассмотреть принципиальные технологические схемы получения продуктов на основе терпенов;
- Рассмотреть главные области применения терпенов и продуктов их глубокой переработки;
- Продемонстрировать преимущества использования терпенов как возобновляемого природного сырья по сравнению с нефтехимическими полулюдьстами в технологии тонкого органического синтеза.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Учебная практика, научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Иностранный язык в профессиональной деятельности

Учебная практика, ознакомительная практика

Химические средства защиты растений

Химия гетероциклических соединений

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2: Способен обрабатывать , анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать методику и средства решения задачи

Знать: современные методы проведения химико-технологических процессов, новейшие достижения современной химической технологии терпенов и продуктов их глубокой переработки, принципиальные технологические схемы получения терпенов и продуктов их глубокой переработки, главные области применения терпенов и продуктов их глубокой переработки.

Уметь: выбирать оборудование, режимные характеристики и методы контроля технологических процессов, оценивать эффективность технологического процесса производства терпенов и продуктов их глубокой переработки, выбирать наиболее рациональные технологические схемы переработки сырья с учетом требований безопасности жизнедеятельности человека, снижения количества сбросов и выбросов и энергосбережения.

Владеть: современными методами исследования органических веществ и их применения в технологии тонкого органического синтеза; современными методами организации лабораторных и промышленных испытаний.

ПК-3: Способен применять на практике как традиционные, так и новейшие подходы, методы, приборы и оборудование для проведения научно-исследовательской работы

Знать: важнейшие природные источники терпенов, методы их извлечения и синтеза, основные закономерности свойств терпенов различных видов, главные области применения терпенов и продуктов их глубокой переработки, технологии производства продуктов на основе терпенов, особенности организации производства продуктов на основе терпенов.

Уметь: выбирать оборудование, режимные характеристики и методы контроля технологических процессов, оценивать эффективность технологического процесса производства продуктов на основе терпенов.

Владеть: современными методами исследования органических соединений и их применения в технологии тонкого органического синтеза, методами контроля процесса производства продуктов на основе терпенов.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Общие представления о терпенах и путях их биосинтеза	2					
Тема 1. Общие представления о терпенах Определение терпенов и терпеноидов. Классификация терпенов по числу изопренOIDНЫХ остатков: геми-, моно-, сескви-, ди-, сестер-, три-, тетра- и полигиперпены. Классификация терпенов по строению углеродного скелета, примеры и распространение в природе конкретных соединений. Монотерпены — ациклические, циклогексаноидные (моно-, ди- и трициклические), циклопентаноидные. Сесквитерпены — ациклические, моноциклические, бициклические, трициклические. Дитерпены — ациклические, бициклические, трициклические. Тетрациклические соединения как главная группа тритерпеноидов. Стероиды. Тетратерпены — каротиноиды. Полигипренолы.		3	5,75	ГД	О	
Тема 2. Основы биосинтеза терпенов. Ацетил-СоА — предшественник при биосинтезе терпенов. Образование изопентенилпирофосфата (ИПФ), диметилаллилпирофосфата (ДМАПФ), геранилпирофосфата (ГПФ), фарнезилпирофосфата (ФПФ). Биосинтез монотерпенов циклического строения.		3	6	ГД		
Раздел 2. Химия терпенов					О,Л	

<p>Тема 3. Монотерпеноиды 2,6-диметилоктанового ряда</p> <p>Строение и получение бета-мирцена термолизом бета-пинена. Строение и получение оцимена термолизом альфа-пинена.</p> <p>Промышленные и лабораторные методы получения важнейших кислородсодержащих терпеноидов 2,6-диметилоктанового ряда: цитронеллола, гераниола, нерола, линалоола.</p> <p>Получение цитронеллола: 1) из альфа-пинена через пинан, 3,7-диметил-1,6-октадиен и эпоксипроизводное 3,7-диметил-1,6-октадиена, 2) гидрированием цитронеллаля или гераниола. Получение гераниола и нерола: 1) из мирцена гидрохлорированием с последующим ацетилированием нерил- и геранилхлоридов и омылением соответствующих эфиров, 2) изомеризацией линалоола, 3) гидрированием цитраля. Получение линалоола: 1) из бета-пинена по схеме "пинан-гидроперекись пинана-пинан-2-ол", 2) из бета-пинена через мирцен, мирценилхлорид, ацетат линалоола.</p> <p>Стереоизомерия цитронеллола и линалоола.</p> <p>Химические свойства соединений 2,6-диметилоктанового ряда. Термо- и фотоиндуцируемые взаимопревращения в системе оцимен - аллоцимен - пиронен.</p> <p>Реакции электрофильного присоединения: 1,4-присоединение хлористого водорода к мирцену.</p> <p>Катализируемая кислотами циклизация в производные п-ментана: получение изопугенола из цитронеллаля.</p>		3	5	ГД	
---	--	---	---	----	--

<p>Тема 4. Монотерпеноиды п-ментанового ряда</p> <p>Строение лимонена (дипентена). Его получение: 1) термолизом бета- и бета-пиненов, 2) дегидратацией альфа-терpineола. Строение терпиненов. Получение терпинолена дегидратацией альфа-терpineола. Строение альфа- и бета-фелландренов, их нахождение в природных источниках.</p> <p>Строение альфа-, бета- и гамма-терpineолов. Получение альфа-терpineола из альфа-пинена через терпингидрат.</p> <p>Получение ментола из природных источников и синтетически путем алкилирования м-крезола пропиленом с последующим гидрированием бензольного кольца. Окисление ментола в ментон.</p> <p>Синтез пулегона из цитронеллаля путем кислотно-катализируемой циклизации с последующей изомеризацией изопулегона и окислением пулегола.</p> <p>Окисление монотерпеноидов п-ментанового ряда: 1) образование аллильных гидроперекисей на примере гамма-терпинена, 2) образование циклических перекисей ($[2+4]$-циклоприсоединение кислорода) на примере альфа-терпинена.</p> <p>Гидрирование монотерпеноидов п-ментанового ряда до п-ментана на примере дипентена.</p> <p>Реакции расширения цикла на примере получения эйкарвола из карвона.</p>		3		5	ГД	
<p>Тема 5. Монотерпеноиды группы карана</p> <p>Структура и стереоизомерия дельта2-, дельта3-, дельта4-каренов, цис- и транс-каранов.</p> <p>Получение дельта3-карена перегонкой скипидара.</p> <p>Химические свойства монотерпеноидов группы карана на примере реакций дельта3-карена: 1) взаимодействие с хлористым водородом как пример присоединения по двойной связи и трехчленному циклу, 2) взаимодействие с параформом и уксусной кислотой (получение валтерилацетата) как пример реакции с сохранением обоих циклов и перемещением двойной связи.</p>		3		3	ГД	

<p>Тема 6. Монотерпеноиды группы пинана (производные бицикло-[3.1.1]-гептана) Структура и стереоизомерия альфа-, бета-, гамма-пиненов, цис- и транс-пинанов. Получение альфа-, бета-пиненов из скипидара. Химические свойства производных группы пинана. Термолиз альфа-пинена – размыкание обоих циклов как способ получения алооцимена, а одного четырехчленного – альфа-, бета-пироненов. Окисление альфа- и бета-пиненов кислородом в присутствии воды – получение продуктов аллильного окисления, размыкания четырехчленного цикла и эпоксидирования экзоциклической связи C=C. Окисление альфа-пинена в соответствующую альфа-окись и последующая изомеризация ее в камфоленовый альдегид. Реакции альфа-пинена с электрофильтыми реагентами – превращения 2-пинанильного катиона в производные борнанового, фенханового и ментанового типов: а) присоединение хлористого водорода (перегруппировка Вагнера) - получение борнилхлорида, б) присоединение хлора – получение борнилдихлорида, 3) гидратация – получение терпингидрата. Каталитическое гидрирование альфа- и бета-пиненов - получение пинана. Свойства пинана и его производных. Термолиз пинана – получение дигидромирцена в результате размыкания обоих циклов. Использование дигидромирцена для получения дигидромирценола (гидратация с последующим каталитическим гидрированием). Свободно-радикальное окисление пинана в гидроперекись пинана. Восстановление гидроперекиси пинана в пинан-2-ол. Пиролиз пинан-2-ола (бирадикальный механизм термического расщепления) в линалоол. Лабораторная работа №1. Гидрирование пинена на катализаторе никель Ренея</p>	3	3	4	ГД
<p>Раздел 3. Глубокая химическая переработка терпенов</p> <p>Тема 7. Скипидар как важнейший источник терпеновых углеводородов Объемы производства и важнейшие пути использования скипидаров. Технология промышленного получения и состав живичного, экстракционного, сульфатного и сухоперегонного скипидара. Лабораторная работа №2. Ректификация скипидара</p>	2	3	6	ГД Л,О,С

<p>Тема 8. Промышленное производство пинана путем катализитического гидрирования пинена</p> <p>Основные физико-химические свойства и области применения пинана. Технические требования на пинан. Исходное сырье для получения пинана: α-пинен, никелевый катализатор. Технологическая схема получения пинана. Режимные характеристики процесса получения пинана. Отходы и выбросы. Технологический контроль процесса, выходной контроль качества продукта.</p>	2		6	ГД	
<p>Тема 9. Промышленное производство гидроперекиси пинана</p> <p>Основные физико-химические свойства и области применения гидроперекиси пинана. Технические требования на гидроперекись пинана. Исходное сырье для получения гидроперекиси пинана: пинан, воздух, инициатор. Технологическая схема получения гидроперекиси пинана. Режимные характеристики процесса получения гидроперекиси пинана. Технологический контроль процесса, выходной контроль качества продукта.</p> <p>Лабораторная работа №3. Окисление пинана в гидроперекись пинана.</p>	3	4	6	ГД	
<p>Тема 10. Промышленное производство пинан-2-ола</p> <p>Основные физико-химические свойства и области применения пинан-2-ола. Технические требования на пинан-2-ол. Исходное сырье для получения пинан-2-ола: гидроперекись пинана, сульфид натрия, гидроксид натрия. Технологическая схема получения пинан-2-ола. Режимные характеристики процесса получения пинан-2-ола. Технологический контроль процесса, выходной контроль качества продукта. Экологические аспекты производства пинан-2-ола.</p> <p>Лабораторная работа №4. Восстановление гидроперекиси пинана в пинан-2-ол</p>	3	4	4	ГД	

<p>Тема 11. Промышленное производство терpineола</p> <p>Важнейшие физико-химические свойства и области применения терpineола. Технические требования на терpineол. Исходное сырье для получения терpineола: альфа-пинен, муравьиная кислота, едкий натр. Технологическая схема получения терpineола. Технологические характеристики процесса получения терpineола. Побочные продукты (формиат натрия), отходы и выбросы. Технологический контроль процесса, выходной контроль качества продукта.</p>	2	3		
<p>Тема 12. Промышленное производство камфоры из альфа-пинена</p> <p>Основные физико-химические свойства и области применения камфоры. Технические требования на камфору. Исходное сырье для получения камфоры: альфа-пинен, двуокись титана, серная и муравьиная кислоты, медьюсодержащий катализатор. Технологическая схема получения камфоры. Четыре основные стадии получения камфоры: изомеризация пинена в камfen, получение изоборнилформиата, омыление изоборнилформиата в изборнеол, дегидрирование изборнеола. Режимные характеристики процесса получения камфоры на каждой стадии. Технологический контроль процесса, выходной контроль качества продукта.</p> <p>Лабораторная работа №5.Получение изборнилацетата из камфена</p>	2	3	3	
<p>Тема 13. Промышленное производство изомеризационного сквидара и окситерпеновой смолы</p> <p>Важнейшие физико-химические свойства и области применения изомеризационного сквидара и окситерпеновой смолы. Исходное сырье для получения изомеризационного сквидара: обеспинененный сквидар и титановый катализатор. Технологическая схема и характеристики процесса получения изомеризационного сквидара. Технологический контроль процесса. Технологическая схема и основные параметры процесса получения окситерпеновой смолы. Контроль процесса ее получения, выходной контроль качества продукта.</p>	2			
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	56,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			

Всего контактная работа и СР по дисциплине		51,25	56,75		
--	--	-------	-------	--	--

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	<p>1. Знает современные методы проведения химико-технологических процессов, принципиальные технологические схемы получения терпенов и продуктов их глубокой переработки, главные области применения терпенов и продуктов их глубокой переработки.</p> <p>2. Способен выбирать оборудование, режимные характеристики и методы контроля технологических процессов, оценивать эффективность производства терпенов и продуктов их глубокой переработки, выбирать наиболее рациональные технологические схемы переработки сырья с учетом требований безопасности жизнедеятельности человека, снижения количества сбросов и выбросов и энергосбережения.</p> <p>3. Исследует органические вещества и применяет их в технологии тонкого органического синтеза; проводит лабораторные и промышленные испытания на современном уровне</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p>
ПК-3	<p>1. Имеет понятие о важнейших природных источниках терпенов, методах их извлечения и синтеза, основных закономерностях свойств терпенов различных видов, главных областях применения терпенов и продуктов их глубокой переработки, технологиях производства продуктов на основе терпенов, особенности организации производства продуктов на основе терпенов</p> <p>2. Объясняет выбор оборудования, режимных характеристик и методов контроля технологических процессов, оценивает эффективность технологического процесса производства продуктов на основе терпенов.</p> <p>3. Исследует органические соединения и применяет их в технологии тонкого органического синтеза, контролирует процесс производства продуктов на основе терпенов.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, способен правильно применить основные методы и инструменты при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	
Не зачтено	Обучающийся не может изложить значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, допускает неточности в формулировках и доказательствах, нарушения в последовательности изложения программного материала; неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**5.2.1 Перечень контрольных вопросов**

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Общие представления о терпенах. Классификация терпенов.
2	Современные представления о путях биосинтеза терпенов
3	Скипидар как важнейший источник терпеновых углеводородов, промышленные методы его получения, зависимость свойств от способа получения.
4	Монотерпеноиды 2,6-диметилоктанового ряда как продукты тонкого органического синтеза.
5	Строение монотерпеноидов 2,6-диметилоктанового ряда
6	Способы получения монотерпеноидов 2,6-диметилоктанового ряда
7	Химические свойства монотерпеноидов 2,6-диметилоктанового ряда
8	Строение монотерпеноидов п-ментанового ряда
9	Способы получения монотерпеноидов п-ментанового ряда
10	Химические свойства монотерпеноидов п-ментанового ряда
11	Строение и способы получения монотерпеноидов группы карана
12	Химические свойства монотерпеноидов группы карана
13	Строение монотерпеноидов группы пинана (производные бицикло-[3.1.1]-гептана)
14	Способы получения монотерпеноидов группы пинана (производные бицикло-[3.1.1]-гептана)
15	Химические свойства монотерпеноидов группы пинана (производные бицикло-[3.1.1]-гептана)
16	Объемы производства и важнейшие пути использования скипидаров.
17	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения пинана путем каталитического гидрирования пинена. Представить механизм реакций, лежащих в основе процесса.
18	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения гидроперекиси пинана из пинана. Представить механизм реакций, лежащих в основе процесса.
19	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения пинан-2-ола. Представить механизм реакций, лежащих в основе процесса.
20	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения терpineола. Представить механизм реакций, лежащих в основе процесса.
21	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения камфоры из \square -пинена. Представить механизм реакций, лежащих в основе процесса.
22	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения изомеризационного скипидара .
23	Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса получения окситерпеновой смолы.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Объяснить физические основы процесса ректификации скипидара.

2. Составить схему уравнений основных и побочных реакций процесса производства терpineола. Предложить способы очистки полученного продукта-сырца.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная	<input type="checkbox"/>	+	Письменная	<input type="checkbox"/>	Компьютерное тестирование	<input type="checkbox"/>	Иная	<input type="checkbox"/>
--------	--------------------------	---	------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	------	--------------------------

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа по билету 40 минут.

Письменный конспект подготовки по билету может быть использован при обязательном устном собеседовании.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Травень В. Ф.	Органическая Химия (Лаборатория знаний) : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. II. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=372724
Травень В. Ф.	Органическая Химия (Лаборатория знаний) : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. III. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=372725
Травень В. Ф.	Органическая Химия (Лаборатория знаний) : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. I. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=372723
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Исаева, Е. В., Еременко, О. Н., Почекутов, И. С.	Химия растительного сырья	Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева	2018	http://www.iprbooks hop.ru/94921.html
Валеева, Р. Т., Понкратов, А. С., Мухачев, С. Г., Ананьева, О. В., Нуртдинов, Р. М., Емельянов, В. М.	Солома как перспективное сырье для биотехнологических производств	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	http://www.iprbooks hop.ru/62677.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Химия» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.74.7
Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>
Библиотека Химического факультета МГУ [Электронный ресурс] URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html>
Химический портал [Электронный ресурс] URL: www.chemnavigator.com
Библиографическая и реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scopus.com>
База данных по патентам URL: <http://www.ep.espacenet.com>.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-339	Рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления , сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.