



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Направление подготовки (специальность)
15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
Направленность (профиль/специализация) программы
Технология машиностроения

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс 2

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1000)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры МиТОДиМ,  Е.Н. Ширяева

Рецензент:

доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от 09.09. 2020 г. № 1

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Теория обработки металлов давлением» является формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности, углубление знаний теоретических и методологических основ техники и технологии

- освоение широкого круга вопросов, относящихся к теории процессов, происходящих при обработке металлов давлением, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, базирующихся на последних достижениях науки и производства, приобретение умений качественного и количественного анализа изучаемых процессов. Теоретическое изучение методов разработки математических моделей технологических процессов.

- сформировать навыки общего анализа процессов ОМД, приобрести умение выбирать оптимальный вариант технологического процесса, рассчитывать его, а также выполнять необходимые технологические разработки, успешного владения современными приемами организации инструментального хозяйства, передовой технологией производства инструмента машин ОМД.

- научить студентов теоретическим основам процессов ОМД, анализу напряженного состояния и силового воздействия инструмента и пластически деформируемого тела для получения оптимальной формы и свойств изделия, студент должен уметь рассчитать деформации, напряжения, температурное поле, прогноз разрушения в процессах обработки металлов давлением с применением ЭВМ.

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Теория обработки металлов давлением» решаются *задачи* по изучению условий деформации, необходимых и достаточных для начала пластической деформации и обеспечения наивысшей пластичности металла в системе инструмент – металл; для получения изделий требуемой формы с оптимальным сочетанием физико-механических свойств.

В результате выполнения практических работ студент должен получить достаточные навыки в практическом применении полученных знаний при проектировании инструмента, штамповой оснастки и выборе технологии производства изделий методами ОМД.

2. Место дисциплины в структуре ООП подготовки бакалавра

Дисциплина «Теория обработки металлов давлением» входит в вариативную часть блока 1 (Б1.В.04) образовательной программы по направлению: 15.03.01 «Машиностроение», профиля: «Машины и технология обработки металлов давлением».

При изучении дисциплины «Теория обработки металлов давлением» необходимы знания по всем изучаемым в ВУЗе дисциплинам. Особенно важно содержание следующих дисциплин: Математика, Физика.

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Теория обработки металлов давлением» служат, как предшествующие для изучения следующих дисциплин: Технология листовой штамповки; Проектная деятельность, Технологияковки и объемной штамповки.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля).

Дисциплина «Теория обработки металлов давлением» формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-10	способность к пополнению знаний за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств
Знать	основные термины определения и понятия научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки.
Уметь:	корректно выражать и аргументированно обосновывать положения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	предметной области знания.
Владеть:	навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины «Теория обработки металлов давлением»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетные единицы 36 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 4,4 академических часа:
 - аудиторная – 4 академических часов;
 - внеаудиторная – 0,7 академических часа;
- самостоятельная работа – 27,4 академических часа;
- подготовка к зачету – 3,9 академических часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1.								
1.1 Введение. Объем и содержание курса. Связь его с другими дисциплинами. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий.	3	1			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
1.2 Физическая природа пластической деформации. Механизмы пластической деформации монокристаллов. Скольжение и двойникование. Величина теоретического и опытного значения скалывающего напряжения. Роль дислокации. Пластическая деформация поликристаллических тел. Внутри- и межзеренная деформация.	3	1			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
1.3 Механика сплошных сред и пластической деформации. Напряжения и деформации в точке. Механическая схема деформации. Главные максимальные касательные напряжения. Деформационная теория пластичности и пластиче-	3	1			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10

ского течения. Зависимость между напряжениями и деформациями. Деформационные уравнения равновесия и уравнения связи между напряжениями и деформациями.								
Раздел 2.								
2.1 Неравномерность деформации при обработке давлением. Причины неравномерной деформации. Методы изучения неравномерной деформации.	3	1			4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
2.2 Роль сил трения при обработке давлением. Особенности трения при обработке ОМД. Влияние трения на напряженно-деформированное состояние. Способы определения коэффициентов трения в ОМД.	3				4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
Раздел 3.								
3.1 Упрочнение металла при деформации. Скоростное и деформационное упрочнение, изменение свойств металла	4				4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
3.2 Температурно-скоростные условия деформации. Холодная, теплая, горячая деформация. Влияние температуры и скорости на формирование кристаллической структуры	4				0,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками	Наличие конспектов лекций, защита и сдача лабораторных работ	ПК-10
Подготовка к зачету					3,9	Зачет		
Итого по дисциплине		4			27,4	Промежуточный контроль (зачет)		

5. Образовательные и информационные технологии

В процессе изучения курса «Теория обработки металлов давлением» применяются следующие образовательные технологии:

1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

2. **Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

3. **Игровые технологии** – организация образовательного процесса, основанная на реконструкции моделей поведения в рамках предложенных сценарных условий.

4. **Технологии проектного обучения** – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексия.

5. **Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

6. **Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Подготовка к практическим и лабораторным занятиям предполагает самостоятельную работу бакалавров по изучению литературных источников, выбираемых в соответствии с индивидуальными интересами студентов и выступление в форме доклада. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей бакалавров организуются специальные учебные занятия в виде «диспутов», при подготовке к которым обучающиеся заранее распределяются по группам, отстаивающим ту или иную точку зрения по обсуждаемой проблеме. Одним из видов самостоятельной работы является подготовка доклада по заданной преподавателем теме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий.
2. Физическая природа пластической деформации.
3. Изменение формы тела при обработке давлением.
4. Сопротивление металла деформации.
5. Методы определения энергосиловых параметров при пластической деформации.
6. Определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации.
7. Выявление браковочных признаков.
8. Расчетные методы определения сопротивления металла деформации
9. Инженерный метод и метод линии скольжения, энергетические методы, вариационный и метод верхней оценки, методы конечного элемента и конечной разности.
10. Экспериментальное определение сопротивления металла деформации.

11. Методы решения технологических задач ОМД на основе интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с деформационными и уравнениями связи между напряжениями и деформациями.

По дисциплине «Теория обработки металлов давлением» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач и лабораторных работ на практических и лабораторных аудиторных занятиях.

Аудиторные контрольные работы (АКР):

1. Преобразование координат вектора при смене базиса. Приведение матрицы симметричного тензора к диагональному виду. Симметрирование и альтернирование тензоров.
2. Расчет главных напряжений, определение главных направлений и показателей
3. напряженного состояния в точке
4. Построение поля скоростей, анализ деформированного состояния и расчет степени деформации сдвига для процесса осадки цилиндра в условиях однородной деформации
5. Определение силы деформации энергетическим методом
6. Расчет контактного давления прокатки инженерным методом
7. Расчет формоизменения и энергосиловых параметров процессовковки, прокатки, волочения и прессования

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашних заданий и написания курсовой работы

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

Индивидуальное домашнее задание 1

Аналитические методы определения сопротивления металла деформации.

Индивидуальное домашнее задание 2

Температурно-скоростные условия деформации. Холодная, теплая, горячая деформация. Влияние температуры и скорости на формирование кристаллической структуры

Индивидуальное домашнее задание 3

Анализ технологических операций; определение деформирующих сил, работы (мощности) деформации, выявление браковочных признаков.

Индивидуальное домашнее задание 4

Исследование технологических условий прокатки инженерным методом

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль над результатами освоения учебного курса.

Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала, осуществляется в форме защиты практических и лабораторных работ.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине) за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме зачета.

Данный раздел состоит их двух пунктов:

- а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.
- б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-10 способность к пополнению знаний за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств		
Знать	основные термины определения и понятия научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки;	Вопросы для подготовки к зачету 1. Сопоставление процессов ОМД с другими способами получения металлических изделий. 2. Физическая природа пластической деформации. 3. Изменение формы тела при обработке давлением.
Уметь:	корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания	Пример задания для контрольной работы Физическая природа пластической деформации.
Владеть:	навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;	Перечень индивидуального домашнего задания (ИДЗ): Индивидуальное домашнее задание 1 Аналитические методы определения сопротивления металла деформации. Аудиторные контрольные работы (АКР): 1. Преобразование координат вектора при смене базиса. Приведение матрицы симметричного тензора к диагональному виду. Симметрирование и альтернирование тензоров. 2. Расчет главных напряжений, определение главных направлений и показателей напряженного состояния в точке

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория обработки металлов давлением» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета, экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Теория обработки металлов давлением»

а) Основная литература

1. Приложения теории пластичности к разработке и анализу технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Салганик, А. М. Песин, Д. Н. Чикишев и др. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012]. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1049&show=dcatalogues/1/1119349/1049&view=true>.

2. Дорогобид В. Г. Теоретические основы обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Дорогобид, А. Г. Корчунов, К. Г. Пивоварова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1415.pdf&show=dcatalogues/1/1123930/1415.pdf&view=true>.

3. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования: Учебное пособие. – М.: «Горячая линия-Телеком», 2010. – 368 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5169 – Заглавие с экрана

4. Некит В.А. Технология листовой штамповки: учеб. пособие.– Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2011. – Режим доступа: <http://portalmagtu.ru>, электронный каталог МГТУ. – Заглавие с экрана. – ISBN 978-5-9967-0260-2.

б) Дополнительная литература

1. Основы теории и технологических процессов ОМД и трубного производства : учебное пособие / И.А. Харитонов, С.П. Галкин, С.В. Самусев [и др.]. — Москва : МИСИС, 2017. — 172 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105288> (дата обращения: 01.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы теории и технологических процессов ОМД и трубного производства : учебное пособие / И.А. Харитонов, С.П. Галкин, С.В. Самусев [и др.]. — Москва : МИСИС, 2017. — 172 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105288> (дата обращения: 01.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Дорогобид В. Г. Механика сплошной среды [Электронный ресурс] : учебное пособие. Ч. 2. / В. Г. Дорогобид, М. И. Румянцев, К. И. Пивоварова. - 2-е изд., испр. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=991.pdf&show=dcatalogues/1/1119156/991.pdf&view=true>.

4. Технология конструкционных материалов : учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — 2-е изд., стереотип. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 656 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=930315>). Загл. с экрана.

5. Полякова Н.С., Дерябина Г.С., Федорчук Х.Р. Математическое моделирование и планирование эксперимента. [Электронный ресурс]: пособие. - Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2010—Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/52060/>.

6. Основы расчетов процессов получения длинномерных металлоизделий методами обработки металлов давлением [электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.Н. Загиров, И.Л. Константинов, Е.В. Иванов. — СПб: Лань, 2016. - 312 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=537937&spec=1>. - Загл. с экрана. ISBN 978-5-7638-2380-6.

в) Методические указания

1. Салганик В.М., Жлудов В.В. К решению задач оптимизации технологических процессов и систем: Методические указания. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 45 с.

2. Н. Н., Огарков. Расчеты в прикладной механике процесса резания [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Н. Н. Огарков, Е. С. Шеметова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3439.pdf&show=dcatalogues/1/1514262/3439.pdf&view=true>.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-767-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	Бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window/edu.ru/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Методические материалы. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория резания и сварочного производства	Металлорежущие станки. Режущие и измерительные инструменты. Образцы для исследований.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.