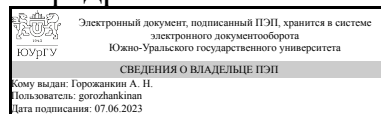


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.21 Основы проектирования релейной защиты цифровых подстанций

для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

уровень Бакалавриат

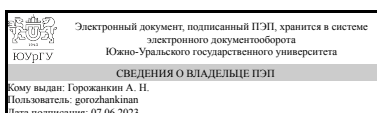
профиль подготовки Электроэнергетические системы с интегрированной релейной защитой и автоматикой

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

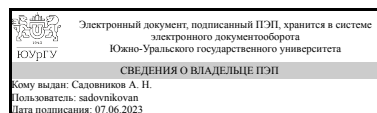
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. Н. Садовников

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающегося комплексного представления о проектировании системы релейной защиты и автоматики (РЗА) цифровых подстанций (ЦПС) на основе интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ). Задачи дисциплины: 1. Студенты должны знать нормативные требования предъявляемые к системе РЗА при проектировании ЦПС; 2. Студенты должны уметь выбирать требуемые функции ИЭУ РЗА для различных объектов ЦПС; 3. Получить практический опыт расчета параметров алгоритмов ИЭУ РЗА ЦПС, определять нормативные показатели технического совершенства и надежности функционирования системы РЗА ЦПС.

Краткое содержание дисциплины

Принципы проектирования системы РЗА ЦПС. Методика выбора функций ИЭУ РЗА для объектов схемы ЦПС в соответствии с НТД. Расчет настраиваемых параметров алгоритмов РЗА ИЭУ в соответствии с нормативными требованиями руководящих указаний. Методы определения нормативных показателей технического совершенства и надежности функционирования системы РЗА ЦПС.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Методы и технические средства проектирования, наладки и совершенствования микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем Умеет: Рассчитывать настраиваемые параметры цифровых устройств интегрированной релейной защиты и автоматики и определять их нормативные показатели технического совершенства и надежности функционирования при проектировании объектов электроэнергетической системы Имеет практический опыт: Анализа функций и свойств интегрированной релейной защиты и автоматики при повреждениях и ненормальных режимах работы защищаемого электрооборудования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические и электронные аппараты, Электроэнергетические системы и сети, Электрические станции и подстанции, Передача и распределение электрической энергии, Переходные процессы,	Не предусмотрены

Основы проектирования электрических станций и подстанций, Проектирование электрических сетей	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Переходные процессы	<p>Знает: Виды, причины и последствия возникновения коротких замыканий в электроэнергетических системах, средства и способы ограничения токов КЗ</p> <p>Умеет: Выполнять измерения параметров переходных процессов в условиях физической модели простейшей электрической системы. Находить справочную, паспортную или каталожную информацию и использовать ее для расчета переходных процессов и их параметров</p> <p>Имеет практический опыт: Расчета токов короткого замыкания при проектировании объектов электроэнергетической системы</p>
Электроэнергетические системы и сети	<p>Знает: Физико-математический аппарат для моделирования режимов работы электрической сети. Методы расчета звена электропередачи. Методы проведения экспериментов для оценки режимов работы электрической сети, Об основных научно-технических проблемах и перспективах развития электроэнергетических систем и сетей. О способах и средствах транспорта электрической энергии. Об общих закономерностях физических процессов в электроэнергетических системах. О конструктивном выполнении высоковольтных линий электропередачи</p> <p>Умеет: Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач эксплуатации, правила устройства электроустановок при эксплуатации электрических сетей, методы анализа параметров режима электрической сети. Обработать результаты измерений и экспериментов, Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования, правила устройства электроустановок при проектировании электрических сетей, общепринятые методы расчёта установившихся режимов в электроэнергетических системах</p> <p>Имеет практический опыт: Экспериментального исследования режимов работы элементов электрической сети и анализа условий и параметров их работы, Расчёта режимов электроэнергетических систем общеизвестными методами</p>

Электрические и электронные аппараты	Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.
Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
Основы проектирования электрических станций и подстанций	Знает: Нормативные документы, определяющие требования к выбору электротехнического оборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы Умеет: Выбирать и выполнять проверку основного электротехнического оборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы Имеет практический опыт: Выбора и проверки основного электротехнического оборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы
Передача и распределение электрической энергии	Знает: Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетических систем. Способы и методы расчета нормальных и аварийных режимов работы электрических сетей. Требования к выбору основного электрооборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы Умеет: Находить и определять параметры основного электротехнического оборудования по справочным, каталожным и нормативным документам. Анализировать нормальные и послеаварийные установившиеся режимы высоковольтных электрических сетей Имеет практический опыт: Расчета, анализа режимов и выбора основного электрооборудования при проектировании высоковольтных электрических сетей
Электрические станции и подстанции	Знает: Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, правила устройства электроустановок, нормы технологического проектирования подстанций, схемы принципиальные электрических распределительных устройств подстанций напряжением 35-750 кВ., Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетики: синхронных генераторов, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока

	и напряжения Умеет: Пользоваться нормативными документами и методиками проектирования электроэнергетических объектов, Находить и определять параметры высоковольтного электрооборудования по справочным, каталожным, нормативным и др. документам Имеет практический опыт: Работы с нормативно-техническими документами, Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 41,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	30,75	30,75	
Выполнение и подготовка к защите курсового проекта	24	24	
Подготовка к коллоквиумам по разделам практических занятий	3,75	3.75	
Подготовка к зачету	3	3	
Консультации и промежуточная аттестация	5,25	5,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет,КП	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные этапы проектирования РЗА ЦПС	4	0	4	0
2	Выбор видов функций ИЭУ РЗА ЦПС	6	0	6	0
3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА ЦПС	16	0	16	0
4	Расчет нормативных показателей технического совершенства и надежности функционирования РЗА ЦПС	6	0	6	0
5	Выбор оборудования для построения архитектуры ЦПС	4	0	4	0

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Обзор НТД применяемой для проектирования системы РЗА ЦПС	2
2	1	Особенности различных типов архитектуры ЦПС	2
3	2	Выбор функций ИЭУ РЗА ЦПС для объектов 6-35 кВ	2
4	2	Выбор функций ИЭУ РЗА ЦПС для объектов 110-220 кВ	2
5	2	Выбор функций ИЭУ РЗА для ЛЭП 110-220 кВ	2
6	3	Выбор типов ИЭУ РЗА для объектов ЦПС по каталогам изготовителей	2
7	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА КЛ 10 кВ	2
8	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА ЭД 10 кВ	2
9	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА трансформатора 10/0,4 кВ	2
10	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА СВ 10 кВ	2
11	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА ВВ 10 кВ	2
12	3	Расчет параметров РЗА алгоритмов ИЭУ трансформатора 110/10 кВ	2
13	3	Расчет параметров алгоритмов ИЭУ РЗА ЛЭП 110 кВ	2
14	4	Построение карты селективности МТЗ сети 10 кВ	2
15	4	Построение характеристики торможения ДЗТ 110/10 кВ	2
16	4	Построение зон действия дистанционной защиты ЛЭП 110 кВ	2
17	5	Выбор оборудования ЦПС уровня присоединения	2
18	5	Выбор оборудования ЦПС общеподстанционного уровня	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение и подготовка к защите курсового проекта	о.л. [1, Глава 7, стр. 118-161, Глава 8, стр. 176-201, Глава 9, стр. 203-240, Глава 10, стр. 242-268]; о.л. [2, Глава 6, стр. 278-300]; д.л. [1, Глава 1, стр. 100-113, Глава 2, стр. 149-170, 202-214, Глава 3, стр. 227-246, Глава 4, стр. 260-262, 263-271]; Садовников А.Н. Проектирование РЗА, стр. 3-136; Садовников А.Н. Интеллектуальные защиты, Глава 1, стр. 3-11; Садовников А.Н. Интегрированные системы, Глава 1, стр. 3-12.	8	24
Подготовка к коллоквиумам по разделам практических занятий	о.л. [1, Глава 7, стр. 118-161, Глава 8, стр. 176-201, Глава 9, стр. 203-240, Глава 10, стр. 242-268]; о.л. [2, Глава 6, стр. 278-300]; д.л. [1, Глава 1, стр. 100-113, Глава 2, стр. 149-170, 202-214, Глава 3, стр. 227-246, Глава 4, стр. 260-262, 263-271]; Садовников А.Н. Проектирование РЗА, стр. 15-136.	8	3,75

Подготовка к зачету	о.л. [1, Глава 7, стр. 118-161, Глава 8, стр. 176-201, Глава 9, стр. 203-240, Глава 10, стр. 242-268]; о.л. [2, Глава 6, стр. 278-300]; д.л. [1, Глава 1, стр. 100-113, Глава 2, стр. 149-170, 202-214, Глава 3, стр. 227-246, Глава 4, стр. 260-262, 263-271]; Садовников А.Н. Проектирование РЗА, стр. 3-136; Садовников А.Н. Интеллектуальные защиты, Глава 1, стр. 3-11; Садовников А.Н. Интегрированные системы, Глава 1, стр. 3-12.	8	3
---------------------	---	---	---

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Курсовая работа/проект	Выполнение курсового проекта	-	60	Курсовой проект/работа должен быть оформлен по установленному шаблону согласно требованиям кафедры и в соответствии с выданным заданием. Оценке подлежат пояснительная записка и чертежи/плакаты. В процессе проверки оцениваются следующие показатели и начисляются баллы: а) полнота содержания и соответствия выданному заданию: 30 баллов – при полном соответствии заданию и всем требованиям преподавателя; 20 баллов – если в пояснительной записке приведены не все требуемые схемы, изображения, формулы, выражения, таблицы, построены не все графики и диаграммы или отсутствуют некоторые необходимые выводы; 12 баллов – если отсутствует или неверно выполнен один из пунктов задания или один из чертежей; в остальных случаях 0 балл; б) качество оформления пояснительной записки: 15 баллов – если пояснительная записка оформлена аккуратно, имеет логичное, последовательное изложение материала с пояснениями и обоснованиями и полностью соответствует	курсовые проекты

					<p>предъявляемым требованиям; 12 баллов – если в оформлении присутствуют помарки, опечатки, исправления или неточности; 8 баллов – если в изложении материала наблюдается непоследовательность, в основной части работы присутствуют отклонения от установленных требований к оформлению пояснительной записки, не выдержана единая стилистика оформления; в остальных случаях начисляется 0 баллов.</p> <p>в) качество оформления чертежей/плакатов: 15 баллов – если графический материал начерчен аккуратно с соблюдением установленных правил ЕСКД/МЭК/СТО и полностью соответствует предъявляемым требованиям; 12 баллов – если на чертежах/плакатах присутствуют помарки, опечатки, исправления или неточности; 8 баллов – если графический материал начерчен небрежно, наблюдаются существенные отклонения от установленных правил ЕСКД/МЭК/СТО, имеются негрубые ошибки или неточности, приводящие к неоднозначному чтению чертежей; в остальных случаях начисляется 0 баллов.</p> <p>Работа считается выполненной, если студент набрал не менее 36 баллов (60%), в противном случае преподаватель возвращает работу студенту на исправление или доработку.</p>		
2	8	Курсовая работа/проект	Защита курсового проекта	-	40	<p>В ходе защиты оценивается доклад студента, а также правильность и полнота его ответов на вопросы, задаваемые комиссией. Доклад оценивается по 20 балльной шкале. Студенту начисляется:</p> <p>20 баллов – если доклад последователен, логичен, охватывает все разделы работы, включает цель, поставленные задачи, достигнутые результаты, а в конце доклада формулируются основные выводы по проделанной работе;</p> <p>15 баллов – если в ходе доклада студент допускает оговорки и неточности, сбивается или нарушает логическую и смысловую последовательность доклада;</p>	курсовые проекты

					<p>12 баллов – если доклад не последователен или в ходе доклада студент допускает грубые ошибки, демонстрирует незнание профессиональной терминологии, слабо ориентируется в работе, а также затрудняется самостоятельно сформулировать и доложить цель, задачи работы и полученные итоговые результаты. По завершении доклада студенту задаются два вопроса, ответ на каждый из них оценивается максимум в 10 баллов.</p> <p>Комиссия начисляет за ответ на вопрос: 10 баллов – если дан правильный обоснованный ответ, при этом студент демонстрирует знание темы вопроса и оперирует в своем ответе данными из работы;</p> <p>8 баллов – если ответ студента неточен или слабо аргументирован;</p> <p>6 баллов – если студент дал правильный ответ, но при этом не смог его аргументировать или подтвердить данными из своей работы;</p> <p>в остальных случаях, комиссия считает, что студент не смог ответить на поставленный вопрос и ему начисляется за него 0 баллов.</p> <p>Защита признается успешной, если студент набрал не менее 24 баллов (60%) и смог ответить хотя бы один из вопросов.</p>		
3	8	Текущий контроль	Коллоквиум № 1-6 по разделам практических занятий	1	60	<p>Коллоквиум проводится в форме ответов на вопросы. Студенту выдается два вопроса. Ответ на каждый вопрос оценивается максимум в 5 баллов. За правильный ответ начисляется 5 баллов. За частично правильный ответ – 4 балла. В остальных случаях студенту задается дополнительный/наводящий вопрос, если студент отвечает на него, то начисляется 3 балла, в противном случае 0 баллов. Мероприятие засчитывается, если студент набрал не менее 6 баллов (60%).</p>	зачет
4	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	<p>Баллы начисляются за ответы на вопросы в билете. Билет содержит два вопроса. Ответ на каждый вопрос оценивается максимум в 20 баллов. За правильный развернутый ответ на поставленный вопрос начисляется 20 баллов. Если ответ неполон или неточен или допущены ошибки, но при этом студент дал правильный</p>	зачет

					исчерпывающий ответ на дополнительный или наводящий вопрос, то начисляется 15 баллов. Если ответ студента на дополнительный/наводящий вопрос неполон или неточен, то 12 баллов. В остальных случаях 0 баллов. Для студентов, набравших на экзамене 0 баллов за ответы на оба вопроса, мероприятие не засчитывается и расчёт итогового рейтинга по дисциплине не производится.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в письменной форме по билетам. В аудитории, где проводится зачет, одновременно присутствует не более 10-15 человек. Каждому студенту выдается билет, в котором содержится четыре задания. Для выполнения заданий дается не более 1,5 аст. часа. Дисциплина считается освоенной, если итоговый рейтинг по дисциплине составил не менее 60%. При этом в ведомость выставляется оценка «зачтено». В противном случае проставляется – «не зачтено».	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые проекты	Индивидуальное задание на курсовой проект/работу выдается в начале семестра. В соответствии с заданием студент оформляет по шаблону согласно требованиям кафедры пояснительную записку и разрабатывает чертежи/плакаты. За 2-3 недели до окончания семестра студент должен, распечатать, сшить и подписать оформленную пояснительную записку и чертежи/плакаты, после чего сдать их на проверку преподавателю. Преподаватель проверяет полноту и правильность выполнения проекта/работы, качество оформления пояснительной записки и чертежей/плакатов. В случае грубых нарушений работа возвращается студенту на исправление и доработку. В остальных случаях преподаватель оценивает курсовой проект/работу, начисляет баллы за выполнение и допускает студента к защите.	В соответствии с п. 2.7 Положения
курсовые проекты	Защита курсового проекта/работы проводится в последнюю неделю семестра комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры. На защиту студент приносит проверенную пояснительную записку с заданием и проверенные чертежи/плакаты. На защите студент коротко в течение 3-5 мин. докладывает о цели своей работы, поставленных задач, основных проектных решениях и полученных при этом результатах. После чего отвечает на вопросы членов комиссии. Курсовой проект/работа считается успешно завершенным, если студент ответил на защите хотя бы на один из вопросов комиссии, и при этом его итоговый рейтинг составил не менее 60%. В зависимости от величины итогового рейтинга в ведомость выставляется оценка: «отлично» – если итоговый рейтинг за курсовой проект/работу составил от 85 до 100%; «хорошо» – если итоговый рейтинг	В соответствии с п. 2.7 Положения

	составил от 75 до 84%; «удовлетворительно» – если составил от 60 до 74%. В остальных случаях в ведомость проставляется оценка – «неудовлетворительно».	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-1	Знает: Методы и технические средства проектирования, наладки и совершенствования микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Рассчитывать настраиваемые параметры цифровых устройств интегрированной релейной защиты и автоматики и определять их нормативные показатели технического совершенства и надежности функционирования при проектировании объектов электроэнергетической системы	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Анализа функций и свойств интегрированной релейной защиты и автоматики при повреждениях и ненормальных режимах работы защищаемого электрооборудования	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - М.: Издательство МЭИ, 2008. - 335 с. ил. 2 отд. л. схем
2. Овчаренко, Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем Учеб. для вузов электроэнергет. специальностей Под ред. А. Ф. Дьякова. - М.: ЭНАС, 2000. - 503 с.

б) дополнительная литература:

1. Шабад, М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1985. - 296 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Проектирование РЗА
2. Интегрированные системы РЗА
3. Интеллектуальные защиты

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Проектирование РЗА

2. Интегрированные системы РЗА
3. Интеллектуальные защиты

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Проектирование интегрированных устройств релейной защиты и автоматики [Текст] : конспект лекций по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / А. Н. Садовников, А. Н. Андреев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы ; ЮУрГУ http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532761
2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Интеллектуальные средства защиты и управления в электрических сетях [Текст] : учеб. пособие по направлению 140205.65 "Электроэнерг. системы и сети" / А. Н. Садовников, А. Н. Андреев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы ; ЮУрГУ http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000532762
3	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Интегрированные системы релейной защиты и автоматики [Текст] : учеб. пособие по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / А. Н. Садовников, А. Н. Андреев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы ; ЮУрГУ http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000528157

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет, диф. зачет	449 (1)	Доска
Практические занятия и семинары	449 (1)	Доска, компьютер, экран, проектор