

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Архитектура»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М.1.3.2.1 «Параметрическое формообразование в архитектуре»

направление подготовки
07.04.01 «Архитектура»

Профиль «Архитектура»

Формы обучения: Очная
Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине **М.1.3.2.1 «Параметрическое формообразование в архитектуре»** направления подготовки 07.04.01 « Архитектура», профиль «Архитектура» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 07.04.01 «Архитектура», утвержденный приказом Минобрнауки России 8 июня 2017 г. №520 с изменениями, утвержденными приказом Минобрнауки России от 26 ноября 2020 г. № 1456

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Архитектура» от «27» марта 2025 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой АРХ  / Дядченко С.Ф. /

одобрена на заседании УМКН «27» марта 2025 г., протокол № 4

Председатель УМКН  / Дядченко С.Ф. /

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины: формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием теоретических знаний в области параметрического архитектурного формообразования, понимания взаимосвязей природа-форма-конструкция.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными принципами формообразования, применяемых в современном проектировании зданий и сооружений;
- ознакомление с современным понятийным аппаратом теории архитектуры в области параметрического формообразования современной архитектуры.
- изучение особенностей и факторов, определяющих параметрическое формообразование архитектурных объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина М.1.3.2.1 «Параметрическое формообразование в архитектуре» содержательно связана с дисциплинами – М.1.1.1. «Проектирование и исследование в архитектуре» М.1.1.4. «Современные концепции формообразования в архитектуре», М.1.1.3. «Архитектурная семиотика».

К началу изучения дисциплины студенты должны знать основные этапы истории архитектуры и периодизацию смены основных стилей и направлений в архитектуре, иметь представление о конструкциях, материалах предшествующих эпох, осознавать целостность процесса формирования архитектуры.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Выпускник по направлению подготовки 07.04.01 «Архитектура» профиль «Архитектура» должен обладать следующими универсальными компетенциями УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать профессиональными компетенциями ПК-1: Способен к подготовке и защите проектной документации объектов капитального строительства

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные этапы эволюции архитектурного формообразования XX-XXI веков, современные концепции архитектурного формообразования, основные особенности формообразования параметрической архитектуры;
- основные методы параметрического формообразования и основные цифровые средства параметрического формообразования в архитектуре;

уметь:

- анализировать факторы, влияющие на формирование зданий и сооружений, обосновывать и развивать архитектурную проектную концепцию.
 - анализировать целесообразность использования методов параметрического формирования и обосновывать целесообразность их применения в проектных задачах с использованием программных продуктов;
- владеть:*
- основами методики параметрического формирования объемно-пространственных характеристик архитектурных объектов с использованием компьютерных технологий.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД-5_{ук-1} Осуществляет анализ факторов, влияющих на архитектурное формирование и разрабатывает концепцию формирования
ПК-1 Способен к подготовке и защите проектной документации объектов капитального строительства	ИД-3_{пк-1} Применяет отдельные методы параметрического формирования в архитектуре при разработке проектной документации

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	16	3
• занятия лекционного типа,	8	3
• занятия семинарского типа:	-	
практические занятия	8	3
лабораторные занятия	-	
в том числе занятия в форме практической подготовки	-	
2. Самостоятельная работа студентов, всего	128	
– курсовая работа (проект) <i>(при наличии)</i>	-	
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>	зачет с оценкой	
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	3
Объем дисциплины в акад. часах	144	3

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

ТЕМА 1. Параметрическая архитектура в контексте закономерностей развития и смены архитектурных стилей

В архитектуроведении процесс развития искусства и архитектуры систематизирован с помощью понятия «стиль». Подробно описаны внешние характеристики тех или иных «больших стилей» как совокупности морфологических особенностей: композиция, характер членения фасадов, использование тех или иных приемов, деталей, цвета и т.д. – то есть зримые критерии отнесения объектов исследования к тому или иному стилю. Становление, развитие, смена **исторических** архитектурных стилей тщательно изучены и описаны в многочисленных научных трудах.

Гораздо сложнее обстоит дело с оценкой **современной архитектуры** с позиций понятия «стиля». Последние большие стили модернизм и постмодернизм остались в XX столетии, а начало XXI века сопровождалось взрывной трансформацией архитектурной практики, не укладывающейся в прокрустово ложе стилей. Этот переход был зафиксирован в работе И. А. Добричиной «От постмодернизма к нелинейной архитектуре», в которой проанализированы причины и факторы появления новых архитектурных форм и образов, порожденных современными научными открытиями и их философским осмыслением.

Очевидна связь ускорения процессов развития архитектуры с ускорением темпов развития общества, которое не успевает в полной мере осмыслить нарастающий объем социокультурных явлений. Возникают разнообразные стилистические направления, которые на новом уровне пытаются осмыслить исторические архитектурные стили (неомодернизм, необрутализм, неоэкспрессионизм и т.д.) или идут путем слома традиций (биоморфная архитектура, деконструктивизм, фолдинг и т.д.).

На этом фоне начинает проявляться новое явление - так называемая «параметрическая архитектура», которая отличается от своих предшественников не только внешним видом, но в гораздо большей степени методами проектирования и производства, которые, в этой архитектурной парадигме, становятся неразделимы. В 2009-2011 годах Шумахер сформулировал руководящие принципы параметризма, предпринял попытку доказать, что параметризм станет новым «большим» архитектурным стилем. Параметризм рассматривается не как набор технологий и методов проектирования, а как новый этап развития архитектуры, обусловленный переходом общества на следующую ступень развития.

ТЕМА 2. Предпосылки становления параметрической архитектуры

Начало двадцатого века – начало новой постиндустриальной цивилизации, связано с изменениями практически во всех областях человеческой деятельности. Новый этап развития общества характеризуется главным образом: преобладанием сферы услуг над промышленным производством; возрастанием роли информации, знаний - их созданию, передаче, переработке; возрастание роли креативной интеллигенции.

Наука

На конец XX - начало XXI вв. приходится Четвёртая Научная Революция. Синергетика (и системные теории вообще) становится ведущей концепцией в понимании и объяснении развивающихся нелинейных систем. Такие системы совершают переход от одного относительно устойчивого состояния к другому. Приходит понимание мира как структуры сложных сетевых взаимодействий. Архитектурный проект стал восприниматься как решение системы взаимосвязанных задач, как динамичная открытая система, приспособляющаяся под окружающую среду. Благодаря открытиям в генетике и с другой стороны программированию и математике (открытие фракталов и др.) приходит понимание формообразования окружающей природы как «закодированного» подобно компьютерному алгоритму. Этот принцип, принцип генерирования сложной формы из простого набора правил, транслированный в архитектурное формообразование, является одним из основания параметрической архитектуры.

Фундаментальные научные открытия способствуют появлению новых материалов, новых методов их обработки, открытий в области строительных технологий и т.д. Новая научная парадигма, как новая модель мира, воздействует на мировоззрение и как следствие, посредством мировоззрения распространяет своё влияние на все функциональные системы общества, в том числе и на архитектуру. Наука добавляет в арсенал архитектора новые инструменты проектирования.

Техника

Периоды промышленных революций соответствуют появлению в архитектуре новых стилей *функционализма*: классицизм, модернизм и далее параметризм. На конец XXв.–начало XXIв. приходится Третья Промышленная Революция. Взаимодействие архитектуры и техники мы можем принять как: создание новых средств проектирования – вычислительная техника; создание новых средств производства, которые использует архитектура.

Для архитектуры параметризма имеет ключевое значение новая парадигма в технике, которая (с точки зрения создания новых средств производства) выражена в переходе к постфордистской модели производства. Изготовление сложных, нетиповых конструктивных элементов методами массового производства – крайне трудоёмкий и экономически нецелесообразный процесс, однако постфордизм подразумевает под собой максимальную гибкость производственных процессов, и, следовательно, производство уникального элемента становится не более затратным, чем производства типового. Зарождение параметризма началось с цифровых экспериментов конца XXв, однако реализация авангардных проектов была невозможна и бессмысленна, без соответствующих средств производства. Процесс проектирования в области техники очень близок процессу проектирования в архитектуре, за исключением того, что эстетический аспект не имеет значения. Но огромное значение имеет момент оптимизации (особенно в инженерии). Методы оптимизации впервые были сформулированы в области промышленного производства, а уже потом перекочевали в архитектуру, например, алгоритм Эволюционной Структурной Оптимизации (ESO), который позволяет получить наиболее оптимальную форму с точки зрения прикладываемых к ней нагрузок. Получить форму такой, какой её создала бы природа.

Искусство

Художественное творчество и архитектура однозначно воздействуют друг на друга, происходит процесс заимствования формы архитекторами у художников, более свободных в своём творчестве. Альберти писал, что архитектор заимствовал античные формы у живописца. Авангардная живопись начала XX века однозначно является «полигоном» идей, которые в дальнейшем применялись в архитектуре. Наиболее близким к архитектуре параметризмом явлением является генеративное искусство. С появлением первых компьютеров начались попытки их использования как инструментов художественного творчества. Сам термин «генеративное искусство», появившийся ещё в 1965 году, обозначает искусство, созданное с использованием инструментов автоматизации, в основном с использованием компьютеров. (рис.20).

В этом направлении в качестве инструмента используются стандартные языки программирования или же специально созданные для такого искусства (Processing, Open Framework и т.д.), также используются нодовые среды программирования (PureData, VVVV, TouchDesigner и т.д.).

Представители генеративного искусства работают не с самой формой, а с принципом создания формы, который зачастую описан в нескольких строчках программного кода, но простые правила зачастую приводят к «эффекту эмерджентности», что позволяет художнику на основе одного кода создавать целые серии разнообразных работ. В таком искусстве несложно заметить сближение творческого метода художника с методами, используемыми в науке, дизайне и архитектуре).

Генеративное искусство не ограничивается только графикой и живописью. Подобные принципы используются также в перформансах, интерактивных инсталляциях и арт-объектах, скульптуре, музыке, в театральных постановках как элементы сценографии и даже в прозе и поэзии.

Если XX век заменил ручной труд машинным, то XXI заменяет часть рутинного интеллектуального труда на машинный, даже в области творчества. Искусство в этом отношении несколько не отстаёт от процесса «компьютеризации».

В рамках раздела хотелось бы обозначить ещё одну тенденцию. Искусство (изобразительное) вновь становится абстрактным, постмодернистские эпатажные «выходки» и закодированные в них сообщения перестают быть актуальными. Становятся более распространённой простота средств художественной выразительности. Появляются попытки расширить жанровые горизонты, а не смешивать уже существующие жанры.

Можно сказать, что искусство, как более независимый аутопоэзис, во многом подготовило почву для зарождения параметризма. В искусстве раньше сформировались некие общности в этой среде, устоялись определённые приёмы.

Архитекторы не переняли приёмы искусства, а сформировали их самостоятельно, используя схожие средства проектирования, инструменты, руководствуясь схожими мировоззренческими позициями. Схожие процессы мы можем наблюдать в архитектуре, эра постмодернистского «текстуального» мировоззрения закончилась, вслед за ним закончился постмодернизм и в архитектуре, и в искусстве.

Мировоззрение

На данный момент невозможно выделить «несомненно главного философа» или «главную философскую школу» XXI века. Очевидно, что философия постмодернизма уже ушла в прошлое, но что придёт (или уже пришло) ей на смену пока неясно. Современная философия должна относиться к группе рациональных школ, такая философия рациональна, догматична, научна, стремится к объективности. Несомненно, частью современного мировоззрения являются открытия в области антропологии, в области физики, так, например, синергетика как наука во много является и частью философии, она даёт научно обоснованное представление об общих законах развития бытия.

ТЕМА 3. Этапы становления параметрической архитектуры

Средства проектирования параметрической архитектуры.

С конца XX века появление новых архитектурных стилей, таких как деконструктивизм, фолдинг, параметризм, было бы невозможно без появления нового инструмента проектирования – компьютера. Компьютерные технологии в совокупности с программированием открыли перед архитекторами новые подходы к проектированию, новые возможности, иное понимание архитектурной формы. Возникновение компьютеров и их распространение во всех областях человеческой деятельности никак не могло обойти архитектуру. Начиная с 90х годов появляется специализированное программное обеспечение для архитекторов (AutoCAD, ArchiCAD и т.д.), но эти инструменты не вызывают кардинальных перемен в архитектуре. Однако компьютерные технологии способны дать нечто большее - идея параметрического моделирования появилась ещё на ранних этапах развития CAD, но долгое время не могла быть осуществлена по причине недостаточной компьютерной производительности. История цифрового параметрического моделирования началась в 1988 году, когда вышла первая система проектирования с возможностью параметризации. Параметризм своим возникновением обязан не «классическим» CAD-системам, а скорее скриптинг-гузз и программированию.

33 Сценарный язык (*язык сценариев*, от англ. *scripting language*) — высокоуровневый язык программирования для написания сценариев (англ. *script*) — кратких описаний последовательных действий, выполняемых системой. Разница между программами и сценариями довольно размыта. Сценарий — это программа, имеющая дело с готовыми программными компонентами.

Само слово «параметрический» главным образом относится к математике, области программирования и моделирования. Благодаря использованию параметров достигается высокая вариативность алгоритма построения формы, в случае параметрического проектирования описывается не каждая точка поверхности, а задаётся сам принцип построения формы. Два главных преимущества параметрических систем:

1. Возможность использования такого моделирования в целях производства, например: на криволинейной поверхности, заданной параметрически, можно получить нормаль (перпендикуляр к поверхности) к каждой точке, что необходимо, например, для 3Д фрезеровки изделия.
2. Форма, описанная параметрическим представлением, позволяет изменять параметры каждой отдельной части алгоритма работая с принципами формы, а не

с самой формой, это позволяет получать большую вариативность при работе с проектом. Большая вариативность, в свою очередь, приводит к возможности быстрой оптимизации.

3. Параметрические инструменты проектирования позволяют вносить серьёзные изменения в проект даже на финальном этапе проектирования изменяя только определенные параметры, не исправляя весь проект целиком.

Другое основание параметрических систем проектирования – это скриптинг и программирование. При активном использовании программирования в процессе проектирования значительно расширяется инструментарий проекта, вместо стандартных инструментов проектировщик может создавать новые, уникальные инструменты, в этом случае диапазон возможностей ограничен лишь фантазией. Архитектор в таком случае должен владеть нодовым и/или текстовым программированием. Современные параметрические системы проектирования (например, Grasshopper) позволяют связывать отдельные параметрические формулы ³⁴ вместе, создавая целую сложную сеть взаимодействий. Отдельные фрагменты кода могут использоваться в разных проектах повторно, комбинироваться с другими алгоритмами и т.д.

В этом случае код представляет собой не набор текстовых команд, а более схож с блок-схемой, в которой блоки выступают в качестве модульных фрагментов кода, а связи между ними выстраивают логику алгоритма.

Выявление внутренних (функционально-типологических) факторов, влияющих на формообразование объекта. В процессе развития архитектуры, человек стремится создавать объекты, которые обладают многофункциональными свойствами. Предпочтения отдаются проектам, которые не эстетичны и эксклюзивны, но экономичны и практичны. Определение степени влияния на формообразование объекта, элементов системы природа-форма-конструкция. Каждый период в архитектуре основан на предыдущем стиле: готика, барокко, рококо, модернизм, конструктивизм и другие. Каждый стиль зависит от технологии строительной индустрии того времени.

Патрик Шумахер, нынешний глава ZNA, продвигает параметризм не только как метод дизайна, но и как философский и стилистический преемник модернизма. Как и принципы Шумахера, принципы параметрического проектирования становятся обычным явлением в практической архитектуре. Функции систем автоматизированного проектирования,

ТЕМА 4. Потенциал, инструменты и перспективы параметризма как новой парадигмы в архитектуре

Аналитические инструменты в параметризме. Они давно знакомы инженерам и архитекторам – расчёт инсоляции, ветровых нагрузок, снеговых нагрузок, конструкции, акустики. Генеративные инструменты в совокупности с учётом аналитики способны обеспечить быстрый подбор идеального по своим характеристикам объекта. Анализ «не физических» явлений: анализ зон видимости, визуального восприятия, процесса эксплуатации здания/города, взаимосвязи функциональных зон, организации помещений и их типов. Этим, помимо прочих, занимается группа Space Syntax, они изучают поведение людей, процесс эксплуатации здания/города, взаимосвязи пространств, организацию помеще-

ний и их типов в здании, работают со схемами взаимодействий и на основе этого создают компьютерную модель. Другая подгруппа инструментов – анализ движения потоков людей. Сводится в основном к анализу движения потоков людей в общественных пространствах, и моделированию движения людей при эвакуации из здания. Также моделируется городской автомобильный трафик, моделируется процесс организации дорожного движения, потоки движения пешеходов и т.д.

Аналитические инструменты позволяют на основе детального прототипа сооружения проверить его соответствие тем или иным аспектам эксплуатации. В совокупности с генеративными инструментами это позволяет изменять здание в зависимости от полученных результатов анализа. Зачастую отдельные факторы противоречат друг другу, и в проекте необходимо расставлять приоритеты. Например, увеличение площади оконного стекла положительно сказывается на инсоляции, но отрицательно на энергоэффективности. Генетический алгоритм – это один из алгоритмов оптимизации.

Как указано выше алгоритмические инструменты в совокупности с аналитическими с помощью перебора вариантов позволяют создать «идеальное» здание. Но в проекте множество настроек, и параметров, зачастую более сотни, и существует нелинейная зависимость результата от изменения параметров, т.к. один параметр зачастую вступает в противоречие с другим. Каждый из параметров ограничен минимумом и максимумом, но даже если в проекте будет 10 параметров и 10 вариантов в каждом параметре, необходимо перебрать и проанализировать 10 000 000 000 вариантов. Конечно можно с помощью компьютера просчитать все варианты, но даже для просчёта такого относительно небольшого количества даже в случае не сложного проекта уйдут недели. В реальных условиях проектирования могут быть задействованы десятки и даже сотни параметров, с несравненно большим диапазоном вариаций внутри каждого параметра. В таких случаях на помощь приходит генетический алгоритм – алгоритм, позволяющий получить результат максимально приближенный к наилучшему за гораздо более короткий промежуток времени.

Механизм работы генетического алгоритма позаимствован у природы, кратко его можно описать следующим образом: создаётся некое множество особей (зданий, в нашем случае), от десятков до сотен, каждая особь включает в себя один генотип (список значений всех параметров), далее эта особь(объект) тестируется аналитическими инструментами. Результатом анализа является числовое выражение «соответствия» особи необходимым условиям. Далее неподходящая часть популяции «умирает», а «сильнейшие» выживают. Оставшиеся особи скрещивают между собой (попарно) и получают следующую популяцию, каждая особь которой содержит части генотипа от выживших особей предыдущей популяции. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнут наилучший результат. Такой алгоритм используется, когда невозможно проследить влияние параметров друг на друга, когда большое количество параметров находится в нелинейной зависимости или их количество слишком велико

Физическая симуляция: Цепные поверхности – впервые цепные поверхности начал использовать А.Гауди в своих проектах для получения арок идеальной

кривизны, он подвешивал сети из цепей и получал естественное провисание под силой тяжести, «переворачивая» такие цепи Гауди получал идеальные арки/своды. При помощи компьютера такой процесс можно воссоздать, использовать не отдельные цепи, а целые сети поверхностей, вводить дополнительные параметры – плотность сетки, вес, эластичность и т.д.

Другой пример – минимальные поверхности. Физический смысл – это идеальная поверхность натяжения, нагрузки по которой распределяются равномерно, пример такой поверхности в природе – мыльная плёнка, натянутая внутри замкнутого контура. В архитектуре минимальные поверхности начал использовать Фрай Отто. Отто для моделирования минимальных поверхностей использовал именно мыльные плёнки. Компьютер позволяет повысить скорость работы с таким инструментом, сразу получить готовую 3д модель, которую после доработки можно направлять в производство.

Алгоритм минимальной сети обходных дорог – ещё один инструмент который применял в своих проектах Фрай Отто. Он использовал для этого спутанную сеть из шерстяных волокон, натянутую внутри замкнутого контура. Отто вымачивал шерсть в воде и затем сушил, волокна шерсти сокращались и получалась сеть с минимальной общей длиной которая проходит через все необходимые точки. Сейчас такой процесс можно смоделировать на компьютере

Ещё один интересный пример, который, находится на стыке инструментов физической симуляции, аналитики и оптимизации – **алгоритм эволюционной структурной оптимизации (ESO)**. Такой алгоритм перешёл в архитектуру из области авиастроения и автомобилестроения. Проектировщик задаёт грубую исходную геометрию, места приложения нагрузок и точки опоры. Алгоритм анализирует исходную геометрию и выявляет зоны с повышенными нагрузками, затем удаляет лишние участки. Такой процесс проходит несколько итераций пока итоговая геометрия не стабилизируется. С помощью ESO проектировщик получает итоговую конструкцию, в которой нет не одного лишнего элемента, форма становится такой, какой её бы создала природа. Пример работы алгоритма от его создателей (институт RMIT) – идеальная форма, висящая на одном стержне – яблоко.

Мультиагентные системы – системы которые основаны на простых правилах поведения отдельных частиц(агентов). Примеры таких систем в природе – стая птиц, косяк рыб. Алгоритм описывающий такие системы сложного взаимосвязанного взаимодействия был разработан в 1986 году Крейгом Рейнольдсом, алгоритм носит его имя. Алгоритм Рейнольдса строится на трёх простых правилах: во-первых, каждая птица в его модели не приближается к другим птицам ближе чем на определённое расстояние, во-вторых, каждая птица движется в том же направлении, что и находящиеся неподалеку птицы, в-третьих, каждая птица стремится в центр стаи. С помощью этих трёх правил Рейнольдсу удалось описать такую сложную систему как стая птиц (речь не о тех птицах, что летают «клином», а о стаях скворцов). Именно этот алгоритм послужил отправной точкой для развития такого направления как «роевой интеллект». Алгоритмы, относящиеся к мультиагентным системам, используют во многих областях проектирования, например, агенты движутся по направлениям нагрузок,

пути движения агентов переплетаются между собой создавая пространственную конструкцию.

Другой пример мультиагентных систем – «муравьиный алгоритм». Алгоритм используется для нахождения минимальной сети путей(дорог) связывающей заданные точки в пространстве. В природе муравьи всегда находят кратчайший путь между муравейником и едой. Каждый отдельный муравей движется в случайном направлении при поиске еды, когда он находит еду и возвращается домой, он оставляет за собой след феромонов, другие муравьи идут по этому следу к источнику пищи и возвращаются домой. Феромоновые следы постепенно испаряются и остаётся наиболее короткий (так как муравьи чувствуют его лучше). В итоге все муравьи движутся по единственному наиболее короткому пути. Тот же процесс повторяется в муравьином алгоритме.

Помимо перечисленных существует ещё множество других алгоритмов, распространённых или тех, которые создаются под каждый проект отдельно. Такие алгоритмы могут быть связаны вместе, позволяя оптимизировать здание с точки зрения любых аспектов, работать с нелинейными системами.

Существует ещё одна классификация подходов к проектированию:

Top-down (от общего к частному) – проект постепенно уточняется от общего к частному, подобно бумажному проектированию, при этом сохраняется возможность изменения проекта на всех этапах и другие особенности присущие параметрическому проектированию описанные выше.

Bottom-up (от частного к общему) Проект строится на системе простых взаимодействий, малейшее изменение правил приводит к разному но принципиально схожему результату, например, мультиагентные системы. Такой подход минимизирует «вмешательства» со стороны архитектора в алгоритм проектирования.

Архитекторы параметризма пользуются следующим программным обеспечением: параметрическое моделирование – Maya, Rhinoceros; нодовое программирование: Grasshopper, VVVV, Dynamo; текстовое программирование - Processing, Python; доработка проекта – ArchiCAD, Revit, Digital Project, CATIA. Существует ещё множество инструментов, которые призваны решать не функциональные задачи, а помогать архитектору в поиске формы, например, инструменты, затрагивающие эстетическую составляющую архитектуры. Конечно об автоматизации проектирования с точки зрения этого аспекта говорить невозможно (или пока невозможно), однако новые инструменты позволяют архитектору работать со сложной формой, быстро перебирать варианты и отбирать наиболее подходящие, в рамках заранее заданных параметров.

Основные принципы определяющие особенности формообразования параметрической архитектуры:

1. Частицы. Архитектор оперирует множеством упорядоченных частиц, а не композицией из отдельных объёмов. В зависимости от масштаба в качестве частицы может выступать здание, элемент конструкции, элемент оболочки и др. Частица «мелкодисперсного» зонирования, заменяет модернистское зонирование крупными частями.

2. Градиенты (постепенная дифференциация). Параметрическая архитектура строится на правилах постепенной дифференциации (вместо простого повторения модернизма и коллажа постмодернизма). Чаще всего используются градиенты внутри определённой системы паттернов по одному или нескольким признакам: размер элементов, тип элементов, поворот относительно оси, изменение вектора направления элементов и т.д.

3. Гомогенность (однородность). Несмотря на изменчивость элементов системы они больше схожи друг с другом, чем различны. Изменяются параметры частиц, но не принцип построения формы. В архитектуре гомогенность не может быть действительно полной, не существует градиентов между рядом утилитарных функций который выполняет архитектурная форма, они дискретны, не существует градиента между дверью и стеной. Однако стремясь к однородности параметризм сводит к минимуму формальное разнообразие в рамках проекта, вычленение отдельной подсистемы возможно только с точки зрения утилитарной функции подсистемы, но не эстетической.

Новые средства проектирования открывают перед архитектором широчайшие возможности в области оптимизации и формообразования.

5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самос- тоятельная работа	
1.	ТЕМА 1. Параметрическая архитектура в контексте закономерностей развития и смены архитектурных стилей	2	2	32	ИД-5 _{УК-1} ИД-3 _{ПК-1}
2.	ТЕМА 2. Предпосылки становления параметрической архитектуры.	2	2	32	ИД-5 _{УК-1} ИД-3 _{ПК-1}
3.	ТЕМА 3. Этапы становления параметрической архитектуры	2	2	32	ИД-5 _{УК-1} ИД-3 _{ПК-1}
4.	ТЕМА 4. Потенциал, инструменты и перспективы параметризма как новой парадигмы в архитектуре	2	2	32	ИД-5 _{УК-1} ИД-3 _{ПК-1}
	Итого:	8	8	128	

5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1	ТЕМА 1. Параметрическая архитектура в контексте закономерностей развития и смены архитектурных стилей	Современный уровень научных представле- ний о закономерностях развития и смены ар- хитектурных стилей	2		
2	ТЕМА 2. Предпосылки становления параметрической архитектуры.	Деконструктивизм, фолдинг, био-тек как процесс постепенного перехода от постмо- дернизма к парамет- ризму	2		
3	ТЕМА 3. Этапы становления параметрической архитектуры	Принципы формообразования параметрической архитектуры.	2		
4	ТЕМА 4. Потенциал, инструменты и перспективы параметризма как но- вой парадигмы в архитектуре	Функциональная и формальная эвристика параметризма по П. Шумахеру	2		
	Итого		8		

5.3. Перечень лабораторных работ

Лабораторные занятия не предусмотрены.

5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. ча- сах		
			очная форма обучения	очно- заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при на- личии)
	ТЕМА 1. Параметрическая архитектура в контексте закономерностей	Дать авторскую интерпрета- цию понимания потенциа- льных возможностей параметри- ческого метода проектирова- ния. Параметрическое проек-	64		

	<p>развития и смены архитектурных стилей</p> <p>ТЕМА 2. Предпосылки становления параметрической архитектуры</p>	<p>тирование - математическая модель объектов с параметрами, при изменении которых происходят изменения конфигурации детали, взаимные перемещения деталей в сборке, при этом изучаются и оцениваются взаимоотношения между собой технологий, материалов, различных фактур и текстур. Параметры определяют поведение каждого элемента модели и его взаимосвязь с другими элементами. Анализ примеров сделать в привязке к тематике ВКР (типологической, историко-культурной или иной с учетом специфики темы).</p> <p>Работу выполнить в форме реферата-презентации</p>			
	<p>ТЕМА 3. Этапы становления параметрической архитектуры</p>	<p>Проанализировать тенденции эволюции художественного языка современной архитектуры на примере пограничных с параметрической архитектурой стилистических направлений. Анализ примеров сделать в привязке к тематике ВКР (типологической, историко-культурной или иной с учетом специфики темы). Работу выполнить в форме эссе</p>	32		
	<p>ТЕМА 4. Потенциал, инструменты и перспективы параметризма как новой парадигмы в архитектуре</p>	<p>Дать авторскую интерпретацию функциональной и формальной эвристики параметризма (по П.Шумахеру). Функциональная эвристика Параметризма: Негативные принципы (табу): избегать жёстких функциональных стереотипов; избегать жёсткого функционального зонирования. Позитивные принципы (догмы): все функции параметрически активны; все пространства/действия/события коммуницируют друг с другом. Формальная эвристика Параметризма:</p>	32		

		Негативные принципы (табу): избегать жёстких форм (потеря податливости); избегать простого повторения (потеря вариативности); избегать коллажа изолированных не взаимодействующих элементов (потеря порядка). Позитивные принципы (догмы): все формы должны быть мягкими (деформация под действием информации); все системы должны быть дифференцированы (градиенты, пороги, уникальность); все системы должны взаимодействовать (корреляция).			
	Итого		128		

6. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена.

7. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена.

8. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен.

9. Контрольная работа

Контрольная работа не предусмотрена.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации¹

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

1. Орельская О.В. Современная зарубежная архитектура [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. В. Орельская. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. -

- М. : ИЦ "Академия", 2010. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). Электрон. аналог печ. изд. **Режим доступа** http://lib.sstu.ru/books/Ld_239.pdf
2. Маклакова Т.Г. История архитектуры и строительной техники. Часть 1. Зодчество доиндустриальной эпохи: Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2011 - 408 с. ISBN 978-5-93093-401-4: Б. ц. [Электронный ресурс] **Режим доступа** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930934014.html>
3. Маклакова Т.Г. История архитектуры и строительной техники. Том 2. Современная архитектура: Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2009, - 372 с., с илл. ISBN 978-5-93093-167-4 : Б. ц. [Электронный ресурс] **Режим доступа** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930931674.html>

11.2. Дополнительная литература

4. Орельская О.В. Современная зарубежная архитектура : учеб. пособие / О. В. Орельская. - 2-е изд., стер. - М. : ИЦ "Академия", 2007. - 272 с. : ил. **Имеется электрон. аналог печ. изд. Экземпляров всего: 25. Доступно: 1 (ч/з), 24 (абонемент)**
5. Ю.В. Алексеев в, В.П. Казачинский, В.В. Бондарь. История архитектуры градостроительства и дизайна. Курс лекций. - М. Издательство АСВ, 2008, - 448 с. **Режим доступа** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5930932530.html>
6. Маклакова Т.Г. Функция - конструкция - композиция. Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2009. - 256 стр. с иллюстрациями. **Режим доступа:** <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930930449.html>
7. Казусь И.А. Советская архитектура 1920-х годов. Организация проектирования [Электронный ресурс]: монография/ Казусь И.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прогресс-Традиция, 2009.— 464 с.— **Режим доступа:** <http://www.iprbookshop.ru/7181>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Плешивцев А.А. История архитектуры [Электронный ресурс]: учебное пособие / Плешивцев А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 398 с.— **Режим доступа:** <http://www.iprbookshop.ru/32240>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
9. Локотко А.И. Архитектура [Электронный ресурс]: авангард, абсурд, фантастика/ Локотко А.И.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2012.— 208 с.— **Режим доступа:** <http://www.iprbookshop.ru/29412>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
10. Ханс Ибелингс Европейская архитектура после 1890 года [Электронный ресурс]/ Ханс Ибелингс— Электрон. текстовые данные.— М.: Прогресс-Традиция, 2014.— 224 с.— **Режим доступа:** <http://www.iprbookshop.ru/27839>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
11. Дущев М.В. Концепция художественной интеграции в новейшей архитектуре [Электронный ресурс]: монография/ Дущев М.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 233 с.— **Режим доступа:** <http://www.iprbookshop.ru/20789>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы

Не предусмотрены

11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Учебно-методические материалы по дисциплине *указывается наименование дисциплины* (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. <https://tst-dev.sstu.ru/>)

2. Сайт СГТУ имени Гагарина Ю.А. <https://www.sstu.ru/sveden/document/programms/>

11.5 Электронно-библиотечные системы

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. ЭБС «Лань»
3. «ЭБС elibrary»
4. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

12.1 Перечень информационно-справочных систем

12. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования.
13. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.
14. <http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек

12.2 Перечень профессиональных баз данных

15. Архитекторы. Архитектура.(XX-XXI вв.) <http://architect.architecture.sk/>
16. Лауреаты архитектурной премии Притцкера <http://www.pritzkerprize>

а. Архитектурные бюро

17. Аккончи Студио (Витто Акончи. США) <http://www.acconci.com>
18. Антони Предок (США) <http://www.predock.com>
19. Асимптот (Хани Рашид. США) <http://www.asymptote-architecture.com>
20. Архитектоника (США) <http://www.archi-tectonics.com>
21. Бен ван Беркель (Голландия) <http://www.unstudio.com>
22. Бернард Чуми (Франция) <http://www.tschumi.com>
23. Рикардо Бофилл (Испания) <http://www.bofill.com>
24. Вилл Алсоп (Англия) <http://www.alsoparchitects.com>
25. Грег Линн (США) <http://www.glform.com>
26. Даниэль Либескинд (Голландия) <http://www.daniel-libeskind.com>
27. Доминик Перро (Франция) <http://www.perraultarchitecte.com>
28. Жан Нувель (Франция) <http://www.jeannouvel.fr>
29. Заха Хадид (Англия) <http://www.zaha-hadid.com>
30. Карлос Брилембург (США) <http://www.carlosbrillembourg.com>
31. Кишо Курокава (Япония) <http://www.kisho.co.jp>
32. Кон Педерсен Фокс (США) <http://www.kpf.com>
33. КООП Химмельблау (Австрия) <http://www.coop-himmelblau.at>
34. Майкл Грейвз (США) <http://www.michaelgraves.com>
35. МВРДВ (Голландия) <http://www.archined.nl/mvrdv>
36. Мекано (Голландия) <http://www.mecanoo.nl>
37. Морфозис (США) <http://www.morphosis.net>
38. НОКС (Ларс Спайброк. Голландия) <http://www.noxarch.com>
39. Норман Фостер (Англия) <http://www.fosterandpartners.com>
40. Паткау (США) <http://www.patcay.ca>
41. Ренцо Пьяно (Италия) <http://www.rpwf.org>
42. Ричард Мейер (США) <http://www.richardmeier.com>
43. Ричард Роджерс (Англия) <http://www.richardrogers.co.uk>
44. Сантьяго Калатрава (Испания) <http://www.calatrava.com>
45. Стивен Холл (США) <http://www.sfevenholl.com>
46. Тойо Ито (Япония) <http://www.c-channel.com>
47. ФОА (Англия) <http://www.f-o-a.net>
48. Фокс энд Фоул (США) <http://www.foxfowle.com>
49. Ханс Холляйн (Австрия) <http://www.hollein.com>
50. Эрик ван Эгераат (Голландия) <http://www.eea-architects.com>
51. Эрик Овен Моос (США) <http://www.ericowenmoss.com>

12.3 Программное обеспечение

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

1) Лицензионное программное обеспечение

1. GraphiSOFT Archicad [211215-archicad.pdf](#)
2. Adobe Acrobat [20071119_Adobe_CS2](#)

2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

13. Материально-техническое обеспечение

Образовательный процесс обеспечен учебными аудиториями для проведения учебных занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещениями для самостоятельной работы студентов.

Учебные аудитории оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, которые включают в себя учебную мебель, комплект мультимедийного оборудования, в том числе переносного (проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Рабочую программу составил _____ «__» _____ /Дядченко С.Ф./

14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
«__» июля 202__ года, протокол №

Зав. кафедрой _____ /Дядченко С.Ф./