

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Геолого-географический факультет



« 24 » июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование гидрологических процессов

по направлению подготовки
05.04.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки:
«Гидрология суши»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.03

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП

 В. А. Земцов

Председатель УМК

 М. А. Каширо

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – способность использовать основы методологии научного познания, базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности в области гидрометеорологии;

ОПК-4 – способность решать исследовательские и прикладные задачи профессиональной деятельности и создавать технологические наукоемкие продукты с использованием информационно-коммуникационных технологий;

ПК-1 – способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гидрометеорологии;

ПК-3 – способность применять на практике фундаментальные знания в области метеорологии, геоэкологии и климатических ресурсов при проведении изыскательских и проектных работ в области гидрометеорологии.

2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины является подготовка обучающегося к достижению следующих индикаторов компетенций:

– ИОПК-1.1. Владеет математическим аппаратом, применяет математические методы при решении задач различной степени сложности в практической и профессиональной деятельности;

– ИОПК-4.1. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске, идентификации и отборе необходимой научно-технической информации в процессе решения задач в профессиональной деятельности;

– ИПК-1.1. Способен понимать специфические гидрологические, климатические и погодные явления, их глобальную и региональную структуру;

– ИПК-3.1. Способен понимать процессы, происходящие в атмосфере и океанах, использовать прогностические данные, полученные на основе численных методов при составлении оперативных прогнозов общего и специального назначения.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)». Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01.03.

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

- лекции: 8 ч.;
 - семинарские занятия: 8 ч.
 - практические занятия: 14 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 0 ч.
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение.

Предмет, метод и задачи курса, его связь с другими дисциплинами гидрометеорологического цикла. Краткая характеристика основных видов учебных занятий по дисциплине. Определения. Типы моделей. Основные этапы совершенствования моделей гидрологических процессов.

Тема 2. Динамические модели гидрологического цикла.

Процессы водообмена в гидрологических системах как объект математического моделирования. Место моделей в основных типах гидрологических задач: оценка текущего состояния объектов (измерительная и расчетная), прогноз их состояния, управление режимом.

Тема 3. Общее представление о системном моделировании.

Классификация моделей по звеньям гидрологического цикла. Стыковка моделей с данными наблюдений на гидрологической сети, используемыми для задания начальных и граничных условий при моделировании (прогнозах) и для идентификации моделей. Корректность математической постановки задач моделирования в связи с принятыми критериями оптимальности гидрологической сети и основными положениями теории информации.

Тема 4. Математические модели гидрологических процессов в русловой сети.

Одномерные модели. Уравнения движения воды на участках рек. Уравнения Сен-Венана, диффузионная модель, уравнения кинематической волны. Модели стекания с сосредоточенными параметрами. Приближенные модели трансформации расходов (уровней) воды на участках рек. Сосредоточенный боковой приток. Распределенный боковой приток.

Тема 5. Математические модели гидрологических процессов на склонах водосборов.

Модели формирования снежного покрова, снеготаяния и водоотдачи из снега. Модели тепло-влагосоле-переноса в почве. Модели испарения воды из почвы. Уравнения вертикального влагопереноса в системе атмосфера – растительность – почва. Горизонтальные движения воды в почвогрунтах. Модели движения воды по склонам.

Упрощенные модели взаимодействия гидрологических, биогеохимических и экологических процессов и формирования качества воды на речном водосборе и в речных системах.

Связь моделей гидрологических процессов с моделями климатической системы, играющей роль внешнего воздействия на речные водосборы. Математическая интерпретация обратных связей между климатической, гидрологической и экологической системами.

Математические аспекты осреднения динамических моделей во времени и пространстве, переход от моделей с распределенными параметрами к моделям с сосредоточенными параметрами и далее к балансовым схемам в виде алгебраических уравнений. Гидрологическая интерпретация математических свойств, теряемых и приобретаемых при упрощении моделей, связанных с их пространственно-временным осреднением.

Тема 5. Статистические модели в гидрологии.

Общее обоснование применения теории вероятностей и математической статистики в гидрологии. История развития статистических методов в гидрологии.

Гидрологические процессы и временные ряды. Пути исследования и математические модели последовательности событий, составляющих гидрологические ряды.

Тема 6. Статистические зависимости и корреляция в гидрологии.

Задачи изучения взаимосвязи гидрологических процессов. Функциональные и стохастические связи. Причинно-следственные связи и связи сопряженности. Вопросы композиции законов распределения переменных величин.

Регрессионная математическая модель взаимосвязи ряда переменных величин (множественная корреляция). Задачи исследования многофакторных статистических связей в гидрологии. Оценка числовых характеристик уравнения множественной линейной корреляции по материалам наблюдений. Общая взаимосвязь исследуемого явления с предикторами. Определение оптимального числа аргументов. Граничные условия использования множественной корреляции в гидрологических исследованиях.

Регрессионная математическая модель множественной корреляции на основе разложения полей геофизических процессов по естественным ортогональным функциям. Постановка задачи. Теоретические основы и методика определения естественных составляющих. Основные направления применения в гидрологических исследованиях.

Тема 7. Параметризация (идентификация) динамических и стохастических моделей гидрологических процессов.

Прямые и обратные задачи идентификации. Некорректность обратных задач идентификации и методы их регуляризации. Процедуры оптимизации. Особенности оптимизации параметров моделей стока. Стыковка моделей оценивания с моделями прогноза и управления.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения практических занятий, бесед по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Математическое моделирование гидрологических процессов».

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса. Вопросы проверяют ИОПК-1.1, ИОПК-4.1, ИПК-1.1, ИПК-3.1. Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

Продолжительность экзамена 4,3 часа.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Математическое моделирование гидрологических процессов» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24283>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических работ по дисциплине.

г) Методические указания по проведению практических работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование в гидрологии: учебное пособие / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. – М.: Издательский центр Академия, 2010. – 304 с.
- Виноградов Ю.Б. Практическая гидрология / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. – СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 196 с.
- Коваленко В.В., Винокурова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2006. – 558 с.
- Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть III. Частично инфинитное моделирование» (на базе языка C++ Builder). – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2013. – 102 с.
- Коваленко В.В. Гидродинамическое моделирование природных процессов: Философско-методологические основания частично инфинитного моделирования в гидрологии. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2014. – 40 с.

б) дополнительная литература:

- Атонцев С. И., Епихов Г. П., Кашеваров А. А. Системное математическое моделирование процессов водообмена. – Новосибирск: Наука, 1986. – 215 с.
- Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1975. – 574 с.
- Демидович Б. П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011. – 664 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2025
- Коваленко В. В. Гидрометрическое оценивание речного стока с элементами стохастического подхода. — Л.: Изд. ЛПИ, 1986. – 61 с.
- Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 200 с.
- Кучмент Л. С. Модели процессов формирования речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
- Кучмент Л.С., Мотовилов Ю.Г. Назаров Н.А. Чувствительность гидрологических систем. Влияние антропогенных изменений речных бассейнов и климата на гидрологический цикл. – М.: Наука, 1990. – 142 с.
- Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
- Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 278 с.
- Шелутко В. А. Численные методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 238 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- Научная электронная библиотека Института дистанционного образования ТГУ www.ido.tsu.ru
- Ресурсы, к которым имеется подписка по договорам с правообладателями на текущий год, размещенные на сайте библиотеки в разделе «Отечественные и зарубежные ресурсы»: <http://lib.tsu.ru/ru/udalennyy-dostup-k-elektronnym-resursam-dlya-polzovateley-vne-seti-tgu-0>
- Электронные ресурсы свободного доступа, размещенные на сайте библиотеки в разделе «Ссылки Интернет»: <http://www.lib.tsu.ru/ru/ssylki-internet>
- Электронная библиотека ТГУ: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБСIPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Инишев Николай Гаврилович, старший преподаватель кафедры гидрологии Томского государственного университета.