XXV Российский открытый молодежный водный конкурс

Номинация «Вода климат»

Учреждение номинации «Вода и климат» в рамках Российского открытого молодежного водного конкурса (далее – Водный конкурс) направлено на поддержку проектов школьников и студентов на тему «Водные ресурсы и климатические изменения», включающих изучение изменений *гидрологического режима суши* (в т.ч. *водных экосистем суши*) под воздействием глобальных климатических изменений и их локальных последствий, и проявлений и разработку механизмов помощи экосистемам в адаптации к изменяющемуся климату.

Актуальность

Смещение сезонных осадков, усиление изменчивости климата, воздействие на доступность водных ресурсов и другие уже проявившие себя проблемы будут усугубляться в результате последствий изменения климата, включая повышение уровня моря и вероятность усиления экстремальных явлений, таких как наводнения и засухи. Это приведет к далеко идущим негативным последствиям с точки зрения производства продовольствия, здравоохранения, энергетики, городского и промышленного водоснабжения и биоразнообразия. Это также повлияет на жизнь людей, экосистемы и социально-экономическое развитие, что может нанести ущерб устойчивому развитию и усилиям по сокращению масштабов нищеты.

Климатические данные и информация лежат в основе планирования и управления запасами поверхностных вод и уменьшения опасности бедствий. Они необходимы для расчетов частоты и продолжительности сильных дождей, вероятного максимума осадков, низкого стока и прогнозирования паводков и оценки водных ресурсов. Такие данные, собираемые в недельных, сезонных и годовых временных масштабах на национальном, региональном и местном уровнях и предоставляемые заинтересованным сторонам на всех уровнях, в настоящее время являются более важными, чем когда-либо для разработки оперативных стратегий управления водными ресурсами, включая обеспечение готовности к паводкам и засухам и реагирование на них.

Поддержка проектов школьников и студентов в рамках номинации «Вода и климат» способствует привлечению внимания подрастающего поколения к реализации Целей устойчивого развития.

25 сентября 2015 года в Нью-Йорке состоялось специальное заседание Генеральной Ассамблеи ООН, на котором были приняты Цели устойчивого развития. 193 государства – члены ООН и глобальное гражданское общество приняли новую программу в области устойчивого развития. Официальный документ саммита «Преобразование мира: программа глобального развития до 2030 года» содержит 17 целей и 169 задач. Цели устойчивого развития (ЦУР) основываются на принципах, согласованных в резолюции "Будущее, которого мы хотим" по итогам конференции "Рио+20", проведенной в 2012 году.

Реализация ЦУР позволяет перейти на более устойчивый путь экономического развития, создать справедливую систему распределения благ в обществе, существенно снизить риски для будущих поколений в дальнейшем существования и развитии.

Каждая цель направлена на разрешение определенной мировой проблемы. Все цели взаимосвязаны, как и задачи внутри них: достижение одной невозможно без достижения некоторых других:

Цель 1: Повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах.

Цель 2: Ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

Цель 3: Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте.

Цель 4: Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и

поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех.

Цель 5: Обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей всех женщин и девочек.

Цель 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех.

Цель 7: Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех.

Цель 8: Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех.

Цель 9: Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям.

Цель 10: Сокращение неравенства внутри стран и между ними.

Цель 11: Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов.

Цель 12: Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства.

Цель 13: Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями.

Цель 14: Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития.

Цель 15: Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия.

Цель 16: Содействие построению миролюбивого и открытого общества в интересах устойчивого развития, обеспечение доступа к правосудию для всех и создание эффективных, подотчетных и основанных на широком участии учреждений на всех уровнях.

Цель 17: Укрепление средств осуществления и активизация работы в рамках Глобального партнерства в интересах устойчивого развития.

Задачи ЦУР № 13:

– Повысить сопротивляемость и способность адаптироваться к опасным климатическим явлениям и стихийным бедствиям во всех странах.

– Включить меры реагирования на изменение климата в политику, стратегии и планирование на национальном уровне.

– Улучшить просвещение, распространение информации и возможности людей и учреждений по смягчению остроты и ослаблению последствий изменения климата, адаптации к ним и раннему предупреждению.

– Выполнить взятое на себя развитыми странами, являющимися участниками Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, обязательство достичь цели ежегодной мобилизации к 2020 году общими усилиями 100 млрд. долл. США из всех источников для удовлетворения потребностей развивающихся стран в контексте принятия конструктивных мер по смягчению остроты последствий изменения климата и обеспечения прозрачности их осуществления, а также обеспечить полномасштабное функционирование Зеленого климатического фонда путем его капитализации в кратчайшие возможные сроки.

– Содействовать созданию механизмов по укреплению возможностей планирования и управления, связанных с изменением климата, в наименее развитых странах и малых островных развивающихся государствах, уделяя, в частности, повышенное внимание женщинам, молодежи, а также местным и маргинализированным общинам.

Рекомендуемые тематические направления для выполнения проектов, соответствующих тематике номинации «Вода и климат»:

– Изменение количества атмосферных осадков и стока рек.

В последние десятилетия наблюдается рост количества осадков в средних и высоких широтах. Это приводит к увеличению годового стока рек. Однако в различных регионах эта тенденция может быть выражена по-разному, а где-то, возможно, наблюдается наоборот сокращение количества осадков, и, соответственно, годового стока. Поэтому ценной будет работа, в которой проанализирован многолетний ход осадков и речного стока (или уровня рек и водоемов) для вашего региона (района, города), и в которой сделано заключение («диагноз»), какая тенденция наблюдается, насколько она отличается от общей (глобальной), почему, и какое значение она имеет для хозяйства региона (района, города) и его населения. Для того, чтобы оценить, насколько уменьшается доля твердых осадков в холодный период года, можно проводить снегомерные измерения – измерения высоты, плотности и влагозапаса снежного покрова на территориях водосборов, и сравнить полученные данные с многолетними средними. Данные многолетних наблюдений можно получить в региональных отделениях Росгидромета.

– Изменение годового хода водности (уровня) рек и водоемов.

Согласно исследованиям ученых, в средних и высоких широтах наблюдается смещение пика весеннего половодья на более ранние сроки. Это вызвано потеплением зим, и, соответственно, увеличением доли дождей в общем количестве осадков холодного периода года. Поскольку жидкая влага значительно быстрее попадает в реку (водоем), чем твердая (снег, лед), пик половодья наступает раньше. Наблюдаются ли такие изменения в вашем регионе (районе, городе)? С целью исследования этого вопроса можно организовать регулярные измерения уровня реки, количества атмосферных осадков и температуры воздуха (именно количество осадков и температура воздуха определяют характер весеннего половодья) и сравнить полученные характеристики половодья за конкретный год с данными многолетних измерений, которые можно получить в региональных отделениях Росгидромета. Насколько такой сдвиг сроков важен для хозяйственной деятельности, жизни общества? Вынуждена ли экономика подстраиваться под такие изменения и как? Попробуйте дать оценки важности этих сдвигов и предложите варианты адаптации к этим изменениям.

– Экстремальные явления: половодья, паводки и засухи.

Эти явления вызваны атмосферными (погодными) условиями. Паводки последних лет в Европе, в России, и в других частях мира подтверждают мнение тех ученых, которые считают, что глобальный климат становится более экстремальным. А как это выражено в вашем регионе? Происходили ли подобные экстремальные явления в вашем регионе (районе, городе)? Если да, то опишите и проанализируйте эти события и их последствия, а также степень защищенности вашего района, города и меры по ее повышению. Наблюдается ли рост количества экстремальных подъемов уровня рек, водоемов? Насколько эти явления опасны для экономики и общества? Очевидно, сам паводок предотвратить невозможно, но его разрушительные последствия можно сократить. Возможно, для этой цели имеет смысл построить плотины, дамбы или какие-либо другие гидротехнические сооружения? Реальны ли другие способы защиты населения от неблагоприятного действия паводков? Вы можете составить проект защитных мер.

– Воздействие изменений климата на водные экосистемы.

Изменение водного режима рек и водоемов, несомненно, затрагивает экосистемы. Повышение температуры воздуха (и, соответственно, температуры воды) влечет уменьшение содержания кислорода в воде, что неблагоприятно влияет на жизнедеятельность водных

организмов. Эти положения очевидны. А как конкретно «чувствуют» изменения климатических условий водные экосистемы в вашем регионе? Для этого необходимо выделить из общего изменения экосистем реакцию на изменение климатических условий. Проще всего это сделать при исследовании водоемов и рек, не затронутых непосредственным антропогенным влиянием, т.е. находящихся вдали от источников загрязнения. Изменения в экосистемах этих объектов вызваны естественными причинами, в т.ч. климатическими. Можно проследить эволюцию водных экосистем во времени, используя собственные оценки численности видов водных организмов и аналогичные оценки, сделанные в прошлом. Другим интересным видом работ было бы исследование экосистем, развивающихся на месте исчезающих водных объектов (например, высыхающих вследствие атмосферной засушливости озер и водотоков).

– Изменение химического состава осадков.

Особенно заметно химический состав осадков меняется вблизи крупных промышленных объектов. Эти осадки питают гидрологическую систему суши и загрязняют водные экосистемы. Возможно, в вашем районе загрязнение водных экосистем осадками значительно, и вашей задачей могла быть оценка этого эффекта, а также поиск путей решения данной проблемы. Для этого можно, в частности, организовать анализ химического состава жидких и твердых осадков (снега).

– Деградация вечной мерзлоты.

Вечная мерзлота чувствительна к изменениям климата. При таянии вечной мерзлоты появляются новые водоемы, заболоченные территории. Какие экосистемы будут развиваться в новых условиях? Если в вашем регионе наблюдаются подобные эффекты, то опишите и проанализируйте их, а также попробуйте дать прогноз их дальнейшего развития. Исследование этих вопросов на основе фактических наблюдений будет полезным для разрешения проблемы.

– Оценка интенсивности таяния ледяного покрова и ледников.

Ледники называют водонапорными башнями мира, их таяние приводит к увеличению опасных явлений в краткосрочной перспективе и угрожает водной безопасности сотен миллионов людей в долгосрочной перспективе. Оценка и прогноз интенсивности деградации ледяного покрова важны для принятия мер по адаптации к изменениям.

– Адаптация водных экосистем к изменению климата.

В последнее десятилетие все более широкое признание получает тот факт, что вода занимает центральное место в адаптации к изменению климата. Водоносные горизонты являются крупнейшим в мире источником пресной воды для человека, при этом по сравнению с поверхностными водами они могут быть менее уязвимыми к прямым последствиям изменения климата. Таким образом, водоносные горизонты являются ключевым элементом в деле снижения риска краткосрочной нехватки воды и повышения водной безопасности посредством таких мер адаптации к изменению климата, как регулируемое пополнение водоносных горизонтов. Водно-болотные угодья имеют решающее значение как для адаптации, например, выполняя роль преграды на пути наводнений и других экстремальных погодных явлений, так и для фильтрации воды.

Проекты победителей номинации «Вода и климат» в 2018-2022гг.

2018

«Использование программы Google Earth при изучении водной флоры» – Даниил Поздняков, Хабаровский край

2019

«Анализ потенциальных опасностей, связанных с динамическими изменениями ледника Вавилова на острове Октябрьской революции» – Иван Новичихин, Красноярский край

2020

«Водная беспилотная лаборатория для мониторинга малых водоемов естественного и искусственного происхождения» – Роман Пруидзе, Краснодарский край

2021

«Влияние климата на динамику ледников Кузнецкого Алатау» – Полина Козлова и Семён Щурин, Кемеровская область

2022

«Реконструкция озёрно-ледниковых событий Анабаро-Путоранского района» – София Лалетина, Красноярский край

Аннотации проектов размещены в Каталогах финалистов
https://www.eco-project.org/water-prize/print/

Основные источники информации

В России основным источником информации о текущих и прогнозируемых изменениях климата являются Оценочные доклады, подготавливаемые Климатическим центром Росгидромета каждые семь лет (ведущая организация Главная геофизическая обсерватория). Наиболее свежий такой доклад вышел в 2022 году, и он совершенно актуален и по состоянию на 2025 год. Доклад специально ориентирован на вопросы адаптации регионов России к текущим и ожидающимся изменениям климата.
Третий оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (2022 г.) (voeikovmgo.ru)

Кроме того, ежегодно Росгидромет выпускает обширных доклад «Об особенностях климата на территории Российской Федерации», где подробно анализирует ситуацию за прошлый год, а также изменения температур и осадков по всем регионам страны с середины 1970-х годов, там же дано много вспомогательной информации, включая сток рек, агроклиматические и почвенные условия, опасные метеорологические явления и т.п., см. https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF_Climate_report_2023_2.pdf

Термины и определения

Экосистемы – совокупность живых организмов и окружающей их среды во взаимодействии. Частным случаем экосистем являются водные экосистемы – т.е. экосистемы, в которых совокупностью живых организмов является флора и фауна водных объектов, а окружающей средой – сами водные объекты.

Гидрологическая система суши – совокупность всех водных объектов суши, как естественного, так и антропогенного происхождения. В г. с. с. входят реки, озера, болота, временные водотоки, водохранилища и др.

Гидрологический режим – закономерные изменения состояния водного объекта во времени, обусловленные главным образом климатическими особенностями бассейна; проявляется в виде многолетних, сезонных и суточных колебаний уровня воды, ее расходов, ледовых явлений, температуры воды, количества и состава переносимого потоком твердого материала, состава и концентрации растворенных веществ, изменений русла реки.

Сток – количество воды, протекающее в речном русле за какой-либо промежуток времени (например, год).

Водность – мера количества воды в реке. Может быть выражена уровнем реки или расходом – количеством воды, протекающим через сечение русла за единицу времени ($м^3/с$).

Половодье – ежегодно повторяющееся обычно в один и тот же сезон года относительно длительное и значительное увеличение водности реки, вызывающее подъем ее уровня; обычно сопровождается выходом вод из русла и затоплением поймы.

Паводок – сравнительно кратковременное поднятие уровня воды в реке, возникающее в результате быстрого таяния снега при оттепели, обильных дождей, попусков воды из водохранилищ. В отличие от половодий случается в любое время года.

Засуха – период длительного и значительного недостатка атмосферных осадков (весной и летом) при повышенных температурах и пониженной влажности воздуха.

Кислотные дожди – жидкие атмосферные осадки с повышенной кислотностью.

Образуются в результате выбросов промышленными объектами оксидов серы и азота, которые, соединяясь с влагой воздуха, окисляются с образованием соответствующих кислот.

Гидротехнические сооружения – технические сооружения на водных объектах, построенные с целью экономического использования водных ресурсов и снижения ущерба от экстремальных водных явлений. К г. с. относятся дамбы, шлюзы, плотины, гидроэлектростанции и т.д.

Дополнительные материалы

Изменение глобального климата и водные ресурсы

По материалам докладов Всемирной метеорологической организации, брошюры ЮНЕП «Изменение климата» и др.

<u>Климатическая система</u>

Климатическая система Земли охватывает атмосферу, океан, сушу, криосферу (лед и снег)и биосферу. Схематическое изображение ее составных частей и действующих в ней процессов представлено на рисунке. Климат описывается такими характеристиками, как температура, количество выпадающих атмосферных осадков, влажность воздуха и почв, состояние снежного и ледового покрова и многие другие. Климат постоянно меняется под действием множества различных естественных факторов. Новым существенным фактором, влияющим на климат Земли все сильнее в последние 200 лет, стала человеческая деятельность. Ее воздействие обусловлено так называемым парниковым эффектом.

Источник: IPCC 1995.

<u>Парниковый эффект</u>

Еще в 1827 году французский ученый Фурье описал парниковый эффект: атмосфера пропускает коротковолновое солнечное излучение, но задерживает отраженную Землей длинноволновую тепловую энергию. Парниковый эффект возникает из-за наличия в атмосфере водяного пара, углекислого газа, метана, закиси азота и ряда других газов, концентрация, которых в атмосфере незначительна. Парниковых эффект существует давно -- с тех пор, как у Земли появилась атмосфера.

В конце XIX века шведский ученый Сванте Аррениус пришел к выводу, что из-за сжигания угля человечеством происходит рост концентрации CO_2 в атмосфере, и это должно приводить к усилению парникового эффекта и потеплению климата. В течение нескольких тысяч лет до 1850-х гг. объем парниковых газов в атмосфере был относительно стабилен, после чего начался рост концентрации CO_2. В 1957 г. наблюдения показывали, что уже идет ускоренный рост концентрации CO_2 в атмосфере. КонцентрацияCO_2 возросла с 280 ppm (частей на миллион) в 1750 г. до 370 ppm в конце 20-го века.

Парниковые газы сохраняются в атмосфере долгое время. Так, половина всех выбросов CO_2 остается в атмосфере 50-200 лет, в то время как вторая половина поглощается океаном, сушей и растительностью. Парниковые газы в атмосфере хорошо перемешиваются и быстро разносятся далеко от места выброса. В результате парниковый эффект не зависит от места конкретного выброса CO_2 или иного газа. Фактически любой локальный выброс оказывает только глобальное действие и уже глобальный эффект порождает вторичные эффекты, которые сказываются на климате того или иного конкретного места.

Схема парникового эффекта:

Главные наблюдаемые изменения климата

Наблюдения и исследования последних десятилетий показывают , что изменение климата Земли происходит резко ускоренными темпами (по порядку величины в 100 раз быстрее, чем естественное движение к следующему ледниковому периоду), и это невозможно объяснить без учета вклада в парниковый эффект деятельности человека, выбрасывающего в атмосферу парниковые газы при сжигании углеводородного ископаемого топлива, а также уничтожившего большую часть лесов планеты.

За XX век общее повышение температуры приземного слоя воздуха составило $0,6^0$С. На бытовом уровне измерения температуры воздуха это кажется ничтожной величиной, но для природно-экологических систем этот рост происходит слишком быстро, чтобы они успевали приспособиться к меняющимся условиям без потерь и оскудения. Особенно сильные изменения идут в континентальных районах высоких и умеренных широт, в то же время есть и районы, где температура понизилась.

В последнее время становится все очевиднее, что дело не столько в собственно потеплении, сколько в разбалансировке климатической системы. Это проявляется в резком усилении частоты и силы экстремальных погодных явлений: наводнений, засух, сильной жары, резких перепадов погоды, тайфунов и т.п.

Россия: *Вековой мониторинг влажностно-термического режима в Центральном Предкавказье свидетельствует, что происходит повышение среднегодовой температуры воздуха до 0,6 ^{o}С, апрель потеплел на 1,0-1,6 ^{o}С. Зима сократилась на 16-20 дней, весна удлинилась на 6-10 дней, лето не изменилось, а осень удлинилась на 10 дней.*

Анализ данных метеорологической обсерватории МГУ и ряда других источников показывает, что в Москве за 100 лет среднегодовая температура воздуха выросла на 2,3 ^{o}С, температура апреля – на 3,2 ^{o}С, годовые суммы осадков – на 150 мм. Самым теплым был 1989 год (7,3 ^{o}С). С 1954 года наблюдается рост облачности до 15%.

Водные ресурсы

Происходит увеличение количества проливных дождей и снегопадов в средних и высоких широтах Северного полушария (кроме восточной части Азии), в то время как в тропиках и субтропиках обоих полушарий количество дождей сократилось. В обширных районах Восточной Европы, западной части России, центральной Канады и Калифорнии, пиковые значения речных стоков сдвинулись с весны на зиму, так как большее количество осадков выпадает в виде дождя, а не снега, и поэтому быстрее достигает русла реки. Паводки стали наблюдаться даже в тех местах, где дождь редкое событие. Между тем, общий объем воды

в крупнейших бассейнах реки Нигер, озера Чад и реки Сенегал в Африке сократился на 40-60%. Уменьшается объем (площадь и толщина) льдов в Арктике, однако изменение льдов в Антарктиде пока не существенно. За последние 45-50 лет арктический морской лед стал тоньше почти на 40% (по состоянию на конец лета, начало осени).

Наблюдается явное увеличение сильных и экстремально сильных явлений, связанных с осадками. Типичным стало более позднее образование льда и более ранний ледоход на реках и озерах, сокращение размеров ледников и таяние вечной мерзлоты.

Наводнения и засухи, нередко сопровождающиеся гибелью урожая и лесными пожарами стали более частыми, причем это нельзя объяснить ростом численности населения планеты или "освоением" новых земель.

По некоторым оценкам, более четверти коралловых рифов во всем мире разрушены в результате потепления воды. Если такая тенденция продолжится, то большая часть коралловых рифов погибнет через 20 лет. За последние несколько лет в наиболее сильно пораженных районах, таких как Мальдивские и Сейшельские острова, яркие цвета потеряли до 90% коралловых рифов, что является очень негативным признаком.

рост годового стока в бассейнах рек, увеличение питания подземными водами, неравномерность распределения количества осадков холодного и теплого периода, общее увеличение осадков и стока в бассейнах Волги и Каспийского моря, Невы и Ладожского озера, Оби, Енисея и Лены, а также их изменчивости, уменьшение весенне-летних осадков в Калмыкии, Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях

Россия: *При повышении средней годовой температуры воздуха на 3-5˚С и увеличения осадков на 10-20% прогнозируется рост годового стока в бассейне Волги и Днепра на 25- 40%, Енисея на 15-20%, годового стока рек в Северный Ледовитый океан примерно на 15- 20%; распределение стока внутри года будет более равномерным. Выравнивание стока в течение года при повышенной водности способствует обеспечению достаточного водоснабжения населения, промышленности и сельского хозяйства, увеличению выработки энергии, улучшению условий для навигации.*

Ожидается увеличение риска опасных паводков и наводнений в регионах России, где прогнозируется рост стока рек и возрастание количества воды вследствие таяния снега или ледников. Значительные негативные последствия связаны с подъемом уровней подземных вод и развитием процессов заболачивания, особенно в зонах избыточного увлажнения, и вывод сельскохозяйственных земель из севооборота.

В Центральном Предкавказье наблюдается тенденция увеличения осадков и увлажнения при сокращении числа дней с осадками, а также повышение частоты аномалийтемпературы, количества осадков и увлажнения.

Анализ данных метеорологической обсерватории МГУ и ряда других источников показывает, что в Москве за 100 лет среднегодовая температура воздуха выросла на 2,3 ºС, температура апреля – на 3,2 ºС, годовые суммы осадков – на 150 мм. Самым теплым был 1989 год (7,3 ºС). С 1954 года наблюдается рост облачности до 15%.

<u>Будущий климат</u>

Ученые со всего мира разработали сценарии изменения климата до 2100 года в зависимости от выбросов парниковых газов, роста населения, применения более эффективных технологий и экономического роста в целом. На базе этих сценариев были сделаны модельные расчеты роста средней температуры на этот период. Ожидается, что рост температуры будет идти как минимум так же быстро, как и в последние десятилетия XX века и она вырастет на 1,4-5,8^{0}С к концу столетия. При этом наиболее вероятно, что рост составит 2-3^{0}С (предполагается, что человечество немало предпримет для сдерживания изменений климата).

Практически во всех районах суши вероятно большое количество жарких дней и периодов сильной жары. Ожидается рост частоты и силы случаев экстремального выпадения осадков. В различных районах мира на местном уровне ожидается значительное повышение и/или понижение количества осадков. В целом предполагается рост содержания в воздухе

водяного пара, испарения и осадков на глобальном уровне. Ожидается повышение уровня моря – от 10 до 90 см.

Изменения климата приведут к неблагоприятному перераспределению осадков. Там где и их и так достаточно, например, в северных и средних широтах, осадков будет больше. А там, где их недостает, будет в целом меньше. Центральные континентальные районы, вероятно, станут еще суше. Резко возрастет межгодовая изменчивость количества осадков.

Некоторые природные системы (ледники, коралловые рифы и мангровые заросли, тропические леса, полярные и альпийские районы), вероятно, претерпят значительные изменения, что может вызвать в их экосистемах необратимые потери. Ожидается значительное нарушение экосистем в результате пожаров, засух, наводнений, заражений паразитами, появления новых для данной местности видов. Большее количество сильных осадков приведет к частым оползням, селям и лавинам, что ухудшит условия жизнигорных экосистем.

Общее воздействие на дикую природу двояко: ряд наиболее многочисленных видов будет усиленно развиваться, а более редкие и уязвимые виды будут на грани вымирания (в том числе и из-за влияния других видов). В целом среднее глобальное потепление на 3^0С может привести к большой потере биоразнообразия. Так, для млекопитающих таежных и горных экосистем потери составят от 10 до 60% видов. Реальные возможности тех или иных видов животных и растений недостаточны, чтобы достигнуть "требуемой скорости миграции", кроме того, на их пути могут встретиться естественные и антропогенныебарьеры.

Изменение режима паводков и уровня воды в водоемах окажет негативное влияние на природные экосистемы. Изменение температуры воды и тепловой структуры пресноводных водоемов может негативно сказаться на выживании и росте численности некоторых организмов, а также на разнообразии и продуктивности экосистем. Изменение стоков, потоков грунтовых вод и осадков, попадающих непосредственно в озера и русла рек, повлияет на питательные вещества и количество растворенного кислорода, а следовательно, и на качество и прозрачность воды.

Повышение уровня моря приведет к тому, что морские воды вторгнутся в прибрежные пресноводные водоемы. Прибрежные пресноводные водоносные слои могут быть засолены при повышении уровня соленых грунтовых вод. Перемещение фронта соленых вод вверх по устьям рек негативно скажется на работе сооружений по забору пресной воды, расположенных вверх по течению, рыбный промысел в солоноватых водах и сельское хозяйство.

Источники и полезные ссылки:

https://public.wmo.int/ru
https://cc.voeikovmgo.ru/ru/obsluzhivanie/voda
Третий оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (2022 г.) (voeikovmgo.ru)
https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2024/RF_Climate_report_2023_2.pdf
https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2019/12/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_RU.pdf
https://www.unep.org/ru
https://unece.org/DAM/env/water/publications/WAT_Good_practices/ECE_MP.WAT_45_RUS.pdf
https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/climate-change/
https://www.iaea.org/ru/temy/vodnye-resursy-i-izmenenie-klimata
http://sdg.openshkola.org/goal13
Данилов-Данильян Виктор Иванович. Глобальные климатические изменения и водные проблемы России и мира // Век глобализации. 2020. №4. https://www.socionauki.ru/journal/articles/2790363/
DOI: https://doi.org/10.30884/vglob/2020.04.05